

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Koichi HIRANO et al. :
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**
Filed December 4, 2003 : **Attorney Docket No. 2003_1690A**
CAPACITOR AND METHOD FOR :
PRODUCING THE SAME, AND CIRCUIT :
BOARD WITH A BUILT-IN CAPACITOR :
AND METHOD FOR PRODUCING THE :
SAME :

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

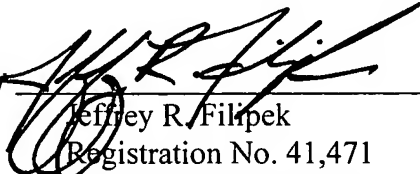
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-379231, filed December 27, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Koichi HIRANO et al.

By 
Jeffrey R. Filipek
Registration No. 41,471
Attorney for Applicants

JRF/fs
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
December 4, 2003

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 7 日
Date of Application:

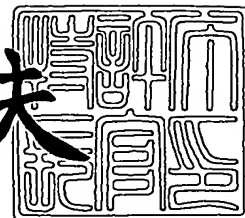
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 9 2 3 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 7 9 2 3 . 1]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 5 8 9 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 2022040322
【提出日】 平成14年12月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01G 9/048
H05K 3/46

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 平野 浩一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 吉田 雅憲

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 半田 浩之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山下 嘉久

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中谷 誠一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100100158

【弁理士】

【氏名又は名称】 鮫島 睦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602660

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コンデンサとコンデンサ内蔵回路基板、ならびにそれらの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体と、前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜と、前記誘電体酸化皮膜上に設けられた固体電解質層と、前記固体電解質層上に設けられた陰極用集電体とを備えた電解コンデンサであって、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に少なくとも 1 つの貫通穴が形成されて前記弁金属体の芯部が外部に露出している電解コンデンサ。

【請求項 2】 前記貫通穴に金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物が充填されて前記弁金属体の芯部に接続されている請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 3】 前記貫通穴の直径が前記陽極用弁金属体の厚さの 0.5 ～ 2 倍である請求項 2 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 4】 前記貫通穴に、単一の導電性粒子または導電性繊維が配置され、当該導電性粒子または導電性繊維が貫通穴において前記弁金属体の芯部の少なくとも一部と接触している請求項 1 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 5】 前記単一の導電性粒子または導電性繊維が、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部を貫通している、請求項 4 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 6】 少なくとも 1 個の導電性粒子が前記陽極用弁金属体の電極引き出し部で前記陽極用弁金属体の芯部に接触している、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサ。

【請求項 7】 前記導電性粒子の少なくとも一部が熱硬化性樹脂で被覆されている請求項 6 に記載の電解コンデンサ。

【請求項 8】 前記陽極用弁金属体の電極引き出し部表面に、金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物が塗布されている請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサ。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサが電気

絶縁層内に位置し、かつ、導電性接着剤によって配線層に接続されているコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 10】 前記電気絶縁層の両面に配線層が位置し、配線層同士が前記電気絶縁層中に形成されたインナービアを介して電氣的に接続されている、請求項 9 に記載のコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 11】 前記電気絶縁層が、無機質フィラーと熱硬化性樹脂とを含む請求項 9 または請求項 10 に記載のコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 12】 前記インナービアが、導電性粉末と熱硬化性樹脂の混合物である請求項 10 または請求項 11 に記載のコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 13】 前記導電性接着剤に含まれる導電性フィラーと、前記コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に形成された貫通穴に充填された導電性樹脂組成物および／または前記コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に塗布された前記導電性樹脂組成物に含まれる金属粉末が同一種類である請求項 9 ～ 12 のいずれかが 1 項に記載のコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 14】 前記インナービアが、前記コンデンサの貫通穴と一致するように配置されている請求項 9 ～ 13 のいずれかが 1 項に記載のコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 15】 前記インナービアを構成する混合物に含まれる導電性粉末と、前記コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に形成された貫通穴に充填された導電性樹脂組成物および／または前記コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に塗布された前記導電性樹脂組成物に含まれる金属粉末が同一種類である請求項 14 に記載のコンデンサ内蔵回路基板。

【請求項 16】 少なくとも半導体チップ、コンデンサ、およびインダクタが電氣的に接続されたモジュールであって、

前記コンデンサが請求項 1 ～ 8 のいずれかが 1 項に記載のコンデンサであり、当該コンデンサは電気絶縁層内に位置し、かつ、導電性接着剤によって配線層に接続されており、

前記配線層が、前記電気絶縁層に形成されたインナービアを介して外部電極と接続されている部品内蔵モジュール。

【請求項 17】 請求項 9～15 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内蔵回路基板において、半導体チップ、別のコンデンサ、およびインダクタから選択される少なくとも 1 つの部品が電気絶縁層内に位置し、配線層と電氣的に接続されている、部品内蔵モジュール。

【請求項 18】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること、および

前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

を含む方法により電解コンデンサを得ること、ならびに

得られた電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴を形成して、前記弁金属体の芯部を露出させること

を含む、電解コンデンサの製造方法。

【請求項 19】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること、

前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴を形成して、前記弁金属体の芯部を露出させること、および

前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

をこの順で実施することを含む、電解コンデンサの製造方法。

【請求項 20】 金属粉末と未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物を用意すること、

前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に形成した貫通穴に前記導電性樹脂組成物を充填すること、および

熱処理して導電性樹脂組成物を前記金属体の芯部に接続させること
をさらに含む、請求項 18 または請求項 19 に記載の製造方法。

【請求項 21】 前記貫通穴に前記導電性樹脂組成物を充填した後、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部を加圧することをさらに含む請求項 20 に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項 22】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体

の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること、および

前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

を含む方法により電解コンデンサを得ること、ならびに

得られた電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の厚さより大きな粒径を有する少なくとも 1 つの導電性粒子を、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に配置して加圧することにより、当該導電性粒子を前記電極引き出し部に貫通させることを含む製造方法。

【請求項 23】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること、および

前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

を含む方法により電解コンデンサを得ること、ならびに

前記陽極用弁金属体の厚さよりも長い少なくとも 1 つの導電性繊維を、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通させることを含む製造方法。

【請求項 24】 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること、および

前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

を含む方法により電解コンデンサを得ること、ならびに

得られた電解コンデンサを、厚さ方向において複数個重ねること、
電解コンデンサを重ねたものの厚さよりも長い少なくとも 1 つの導電性繊維を、各電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通させること、
および

前記導電性繊維を切断して前記電解コンデンサを個片に分離すること
含む電解コンデンサの製造方法。

【請求項 25】 少なくとも 1 個の導電性粒子を、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に配置して加圧することにより前記導電性粒子を前記陽極用弁金属

体の芯部に接触させることをさらに含む、請求項 18～24 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項 26】 少なくとも 1 個の導電性粒子と未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物を前記電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に配置して加圧することにより、前記導電性粒子を前記陽極用弁金属体の芯部に接触させること、および

熱処理により、前記導電性樹脂組成物を前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に接着させること

をさらに含む、請求項 18～24 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項 27】 金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂混合物を前記電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に塗布すること、および

熱処理により、前記導電性樹脂混合物を前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に接着させること

をさらに含む、請求項 18～24 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサの製造方法。

【請求項 28】 電気絶縁層の表面に所定の配線パターンを有する配線層が形成された回路基板を用意すること、

導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤を用意すること

、
未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を、電気絶縁性基材として用意すること、

前記回路基板の配線層の表面の所定位置に前記導電性接着剤を塗布すること、

塗布した接着剤の上に、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサを配置した後、熱処理により、前記導電性接着剤を硬化させて、前記電解コンデンサを回路基板に固定すること、および

前記電気絶縁性基材を、前記電解コンデンサを固定した前記回路基板に積層した後、加熱加圧することにより、前記電解コンデンサがその内部に位置する電気絶縁層を形成すること

を含むコンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【請求項 29】 前記回路基板を構成する電気絶縁層と、前記電気絶縁性基材とが、同じ熱硬化性樹脂組成物から成る、請求項 28 に記載のコンデンサ内蔵回路基の製造方法。

【請求項 30】 導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤を用意すること、

未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を、電気絶縁性基材として用意すること、

金属箔の表面の所定位置に前記導電性接着剤を塗布すること、

塗布した導電性接着剤の上に、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサを配置した後、熱処理により、前記導電性接着剤を硬化させて、前記電解コンデンサを金属箔に固定すること、

前記電気絶縁性基材を、前記電解コンデンサを固定した前記金属箔に積層した後、加熱加圧することにより、前記電解コンデンサがその内部に位置する電気絶縁層を形成すること、および

金属箔をパターンニングして所定の配線パターンを有する配線層にすることを含む、コンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【請求項 31】 金属箔が銅箔である請求項 30 に記載のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【請求項 32】 離型キャリアの片面に所定の配線パターンを有する配線層を形成すること、

導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤を用意すること、

未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を、電気絶縁性基材として用意すること、

前記配線層の表面の所定位置に導電性接着剤を塗布すること、

塗布した導電性接着剤の上に、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の電解コンデンサを配置した後、熱処理により、前記導電性接着剤を硬化させて、前記電解コンデンサを離型キャリアに固定すること、

前記電気絶縁性基材を、前記電解コンデンサを固定した前記離型キャリアに積層した後、加熱加圧することにより、前記電解コンデンサがその内部に位置する電気絶縁層を形成すること、および

前記離型キャリアを剥離して配線層を表面に露出させること
を含むコンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【請求項 33】 前記導電性接着剤を印刷により塗布する、請求項 28～32 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【請求項 34】 前記電気絶縁性基材として、所定位置に 1 または複数の貫通穴が形成され、当該貫通穴に導電性粉末と未硬化の熱硬化性樹脂とを含むビアペーストが充填されたものを用意し、当該電気絶縁性基材を加熱加圧して前記電気絶縁層を形成するときにインナービアを形成することをさらに含む、請求項 28～33 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【請求項 35】 前記電気絶縁層に含まれるインナービアが、前記電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に接するように、前記電解コンデンサを前記電気絶縁層内に位置させる、請求項 34 に記載のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板に内蔵することが可能な電解コンデンサ、およびそれを内蔵したコンデンサ内蔵回路基板、さらにコンデンサを内蔵した機能モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、電気・電子機器の小型化および高密度化に伴い、個々の部品を基板上に実装して電気回路を形成する従来の方法に代えて、機能ブロックごとに複数の部品を含む 1 つのパッケージとしてモジュール化し、必要なモジュールを組み合わせで所定の電器回路を形成する手法が多く用いられている。このモジュールは、一般的にドーター基板に必要な部品を片面もしくは両面実装して形成される。し

かし、基板表面に部品を搭載する方法を採用すると、搭載する部品の面積（即ち、部品のフットプリントの合計）よりもモジュール面積を小さくすることは不可能である。そのため、この方法を用いる場合でも、高密度化に限界があった。また、平面の上に部品を配置するために、その構成によっては部品間の接続距離が長くならざるを得ず、その結果、損失の増大、および高周波に対するインダクタンス成分の増大という問題が生じることがある。

【0003】

そのような問題を無くす又は軽減するため、部品を基板表面に2次元的に実装するだけではなく、基板内部に部品を入れて、3次元的に部品を配置したモジュールの提案がなされている（たとえば、特許文献1参照）。具体的に、特許文献1には、無機フィラー70重量%～95重量%と熱硬化性樹脂とを含む混合物からなる電気絶縁性基板と、前記電気絶縁性基板の少なくとも主面に形成された複数の配線パターンと、前記電気絶縁性基板の内部に配置され前記配線パターンに電氣的に接続された少なくとも1つ以上の能動部品および／または受動部品と、前記複数の配線パターンを電氣的に接続するように前記電気絶縁性基板内に形成されたインナービアとを含む回路部品内蔵モジュールが示されている。このようなモジュールによれば、3次元的な接続による高密度化が可能になり、また、短配線化により損失の低減やインダクタンス成分の低減が可能になる。

【0004】

このような機能モジュールを構成する主要な部品の一つとしてコンデンサが挙げられる。近年、電子機器のデジタル化および高速動作化に伴って、それに用いるコンデンサも高周波領域において容量が大きく、かつ低インピーダンスであることが強く要望されるようになってきている。

【0005】

従来、コンデンサとしては、アルミニウムやタンタルなどの弁金属を用いた電解コンデンサや、Ag/PdまたはNi等を電極として用い、チタン酸バリウム等を誘電体として使用した積層セラミックコンデンサが一般的に使用されてきた。これらに加えて、陰極を導電性高分子で構成した固体電解コンデンサも使用されている。固体電解コンデンサは、部品の単位体積あたりの容量が大きく、また

、部品厚みが薄く低背化が可能であることから、上記要求を満たすものとして好ましく使用される。

【0006】

固体電解コンデンサの構造の一例を以下に説明する。固体電解コンデンサは、陽極用弁金属体、陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜、誘電体酸化皮膜の上に設けられた固体電解質層、および固体電解質層の上に設けられた陰極用集電体を備えたコンデンサ素子を含む。陽極用弁金属体は、例えば陽極用アルミニウム金属箔である。この電極箔は、通常、粗面化処理され、処理されたこの表面に誘電体酸化皮膜が形成されている。固体電解質層としては、ポリピロール、ポリチオフェン、またはポリアニリン等から成る導電性高分子層が形成されている。さらに導電性高分子層の上に、カーボン層とAgペースト層が順次形成されて、陰極用集電体を構成している。このコンデンサ素子には、通常、リードフレームから成る陽極端子と陰極端子がそれぞれ接合され、さらに全体がモールド樹脂により封止されて、部品としてのコンデンサが形成される（例えば特許文献2参照）。

【0007】

このような固体電解コンデンサに関しては、その等価直列抵抗（以下、ESRと略す）を下げ、さらにコンデンサの外部接続端子の部分に起因する等価直列インダクタンス（以下、ESLと略す）を下げるために、様々な試みがなされている。ESRを低下させることを目的として、特に導電性高分子層の材料開発、ならびにカーボン層およびAgペースト層等の陰極材料の開発が活発に行われてきた。一方、陽極接続は、リードフレーム材へ陽極端子を溶接する等の方法で行われており、陰極と比較して接続抵抗が低い。そのため、陽極接続を改良してESRを低下させることは、それほど活発に行われていない。

【0008】

【特許文献1】

特開平11-220262号公報（第4図）。

【特許文献2】

特開2002-198264号公報（段落[0003]～[000

4]、第11図)。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

基板にコンデンサを内蔵する場合、コンデンサの寸法が小さいほど、モジュールの小型化および高密度化といった形状的な効果、ならびに短配線化および低インピーダンス化といった電氣的な効果はより有効に発揮される。しかしながら、前記のような構造を有するコンデンサパッケージは、コンデンサ素子の周囲にモールド樹脂やリードフレームが配置されているため、その寸法が大きくなる傾向にある。そのために、そのような構造のコンデンサパッケージを用いた場合には、上記の効果が十分に発揮されない。そこで、モールド樹脂およびリードフレームを使用しないで、コンデンサ素子のみを直接基板に内蔵して3次元接続させることも試みられている。

【0010】

コンデンサ素子を、所定の配線パターンを有する配線層にはんだを用いて実装する場合、コンデンサの陽極となる弁金属ははんだに対して濡れないため、通常チップ部品を実装する場合に使用されるはんだ接続は適用できない。また、近年、環境保全の観点から鉛の使用が規制される傾向にあり、従来使用されていたSn-Pb共晶はんだは使用できなくなりつつある。これに代わるはんだ材料として、鉛を含まないはんだ材料が開発されているものの、一般的に鉛を含まないはんだ材料の融点は共晶はんだに対して高くなる。はんだ材料の融点が高くなるほど、実装時にコンデンサ素子が熱により受けるダメージがより大きくなり、その結果、コンデンサの特性が劣化する。かかる不都合を回避するため、鉛を含まない導電性接着剤を用いてコンデンサを配線パターンに接続させる方法もまた用いられている。

【0011】

しかし、コンデンサの陽極と配線パターンとを導電性接着剤で接続させても、陽極となる弁金属の表面に誘電体となる酸化皮膜が存在するために陽極の接続抵抗が大きくなり、低ESR化が実現できないという課題があった。また、弁金属の表面は粗面化されているため、導電性接着剤と接触させると、粗化によって生

じた陽極の空孔部分（即ち、凹部）に導電性接着剤が吸い取られる。その結果、接続抵抗が高くなり、また、陽極と導電性接着剤の接合強度が低下して接続信頼性が低下するという課題があった。

【0012】

本発明はこれらの課題を解決するためになされたものであり、配線層に低抵抗で接続でき、回路基板に埋め込むのに好適な、低ESRで低背な素子状の電解コンデンサとその製造方法を提供する。また、本発明は、小型・高密度で低背であり、低ESLで高周波応答と大電流駆動が可能なコンデンサ内蔵回路基板およびその製造方法、ならびにパッケージ単体で電氣的機能を有するコンデンサ内蔵モジュールを提供する。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体と、前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜と、前記誘電体酸化皮膜上に設けられた固体電解質層と、前記固体電解質層上に設けられた陰極用集電体とを備えた電解コンデンサであって、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に少なくとも1つの貫通穴が形成されて前記弁金属体の芯部が外部に露出している電解コンデンサを提供する。

【0014】

本発明の電解コンデンサは、陽極用弁金属体の電極引き出し部に少なくとも1つの貫通穴が形成されて前記弁金属体の芯部が外部に露出していることを特徴とする。ここで、弁金属体の「芯部」とは、弁金属体の金属部分をいう。本発明の電解コンデンサにおいては、貫通穴の内側表面の少なくとも一部において、芯部が外部に露出している。芯部が外部に露出している部分は、酸化されていない金属の表面、または自然に酸化して生成される薄い酸化皮膜の表面である。したがって、芯部が外部に露出している部分と導電体（例えば、導電性接着剤）との接続部分の界面抵抗は、誘電体酸化皮膜と導電体との接続部分の界面抵抗と比較して、非常に小さい。そのため、本発明においては、この芯部が外部に露出している部分（この部分を、単に「芯部露出部分」とも呼ぶ）を、陽極の接続部として

機能させる。したがって、本発明によれば、陽極での接続抵抗値が低く、低 ESR で信頼性の高い電解コンデンサを得ることができる。

【0015】

本発明の電解コンデンサは、好ましくは、前記の貫通穴に金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物が充填されて、前記弁金属体の芯部に接続されている。導電性樹脂組成物と弁金属体の芯部との接続は、熱硬化性樹脂の硬化によって実現されている。この構成の電解コンデンサにおいて、弁金属体の芯部露出部分は、導電性樹脂組成物に覆われて、これと電氣的に接続されている。したがって、この電解コンデンサにおいては、弁金属体の芯部露出部分は導電性樹脂組成物を介して接続部として機能する。また、導電性樹脂組成物が存在することにより、弁金属体の芯部と他の部材（例えば回路基板の配線層）とを容易且つ確実に電氣的に接続することが可能となる。接続のために、導電性接着剤を貫通穴に入り込ませて、内側表面と接触させる必要がないことによる。したがって、この構成の電解コンデンサは、ESR がより低く、また、信頼性がより向上したものとなる。

【0016】

貫通穴に導電性樹脂組成物を充填する電解コンデンサにおいて、貫通穴の直径は、好ましくは陽極用弁金属体の厚さの 0.5 ～ 2 倍である。貫通穴の直径がこの範囲内にあれば、貫通穴に導電性樹脂を充填する際にその充填が容易であり、また、貫通穴内に導電性樹脂組成物を保持しやすい。貫通穴の直径が大きいと、充填した導電性樹脂組成物が脱落することがある。

【0017】

あるいは、本発明の電解コンデンサは、好ましくは、単一の導電性粒子または導電性繊維が配置され、当該導電性粒子または導電性繊維が貫通穴において前記弁金属体の芯部の少なくとも一部と互いに接触している。導電性粒子と芯部露出部分との接触部は、電氣的に接続されている。したがって、この構成の電解コンデンサにおいては、弁金属体の芯部は貫通穴に存在する導電性粒子または導電性繊維を介して、接続部として機能する。この構成の電解コンデンサもまた、貫通穴内に導電性粒子または導電性繊維が存在するために、導電性接着剤による接続

が容易である。したがって、この電解コンデンサも、ESRがより低く、また、信頼性がより向上したものとなる。

貫通穴に位置する導電性粒子または導電性繊維の端部は、電極引き出し部の他の部材（例えば配線基板）と接続される側の面から、僅かに突出していることが好ましい。それにより、配線層等への接続がより容易となる。

【0018】

貫通穴に導電性粒子または導電性繊維が配置された電解コンデンサは、当該導電性粒子または導電性繊維が貫通したもの、即ち、導電性粒子または導電性繊維が貫通することによって、貫通穴が形成されたものであることが好ましい。この構成によれば、導電性粒子または導電性繊維と陽極用弁金属体の芯部との間の電氣的な接続がより確実となる。それにより、より高い信頼性を達成できる。

【0019】

上記の貫通穴を有する本発明の電解コンデンサは、好ましくは、少なくとも1個の導電性粒子が前記陽極用弁金属体の電極引き出し部で前記陽極用弁金属体の芯部に接触しているものである。ここで、導電性粒子が陽極用弁金属体の芯部に接触しているとは、導電性粒子の一部が、前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜を貫通して、芯部に到達している状態をいう。導電性粒子と接触している芯部は、導電性粒子を介して他の部材（例えば配線基板）と電氣的に接続し得る。即ち、この導電性粒子は、芯部露出部分と同様に、陽極の接続部として機能する。したがって、この構成によれば、陽極の接続部の面積がより増大するため、接続抵抗がより小さくなり、より低損失な電解コンデンサを得ることができる。

【0020】

上記した、導電性粒子を前記陽極用弁金属体の芯部に接触させる電解コンデンサは、好ましくは、導電性粒子の少なくとも一部が熱硬化性樹脂で被覆されたものである。即ち、導電性粒子は、熱硬化性樹脂で陽極用弁金属体に固定されることが好ましい。この構成によれば、導電性粒子と陽極用弁金属体との接続強度を向上させることができる。これにより接続安定性が高く、信頼性の高い電解コンデンサを得ることができる。

【0021】

あるいは、上記の貫通穴を有する本発明の電解コンデンサは、好ましくは前記陽極用弁金属体の電極引き出し部表面に金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物が塗布されたものである。この構成によっても、陽極において、他の部材（例えば配線基板）との接続に寄与する接続面積が増加する。その結果、接続抵抗がより低下し、接続信頼性をより高めることができる。

【0022】

また、本発明は、上記本発明の電解コンデンサが電気絶縁層内に位置し、かつ、導電性接着剤によって配線層に接続されているコンデンサ内蔵回路基板を提供する。電解コンデンサが電気絶縁層内に位置するとは、電解コンデンサの一部または全部が電気絶縁層に埋まっている状態を意味する。このコンデンサ内蔵回路基板は、モールド樹脂およびリードフレーム等を有しない、寸法の小さい電解コンデンサを含んでいる。また、電解コンデンサと配線層とは、陽極においては弁金属体の芯部露出部分において、また、陰極では陰極用集電体表面にて、導電性接着剤を介して電氣的に接続される。前述のように、本発明の電解コンデンサによれば、特に、陽極と配線層とを低抵抗で接続することができる。したがって、本発明のコンデンサ内蔵回路基板は、①低背である、②小型化および高密度化が実現可能である、③低ESRおよび低ESLであって高周波応答および大電流駆動が可能である、等の特徴を有するものとなる。

【0023】

本発明のコンデンサ内蔵回路基板は、好ましくは、前記電気絶縁層の両方の表面、即ち両面に配線層が位置し、配線層同士が前記電気絶縁層中に形成されたインナービアを介して電氣的に接続されているものである。この構成によれば、インナービアを介して、2つの配線層同士を、所望の位置において任意に接続することが可能であり、また短配線化を実現できる。したがって、かかる構成は、コンデンサ内蔵回路基板の小型化、高密度化および低背化により寄与し、また、コンデンサ内蔵回路基板の損失およびインダクタンス成分をより低減させる。

なお、本明細書において、層またはシート状物について単に「表面」というときは、特に断りのない限り、厚さ方向に垂直な表面をいうものとする。

【0024】

本発明のコンデンサ内蔵回路基板は、好ましくは、コンデンサをその内部に位置させる電気絶縁層が、無機質フィラーと熱硬化性樹脂とを含むものである。電気絶縁基材を構成する無機質フィラーを適切に選択することによって、電気絶縁層の線膨張係数、熱伝導率、および誘電率を制御することができる。その結果、信頼性が高く、放熱性および高速応答性等に優れたコンデンサ内蔵基板が得られる。また、電気絶縁層を構成する熱硬化性樹脂を適切に選択することによって、電気絶縁層の線膨張係数、ガラス転移点、および弾性率を制御することができる。その結果、高い信頼性を有するコンデンサ内蔵基板を得ることができる。

【0025】

前記インナービアは、好ましくは導電性粉末と熱硬化性樹脂との混合物から成る。導電性粉末は、導電性材料（具体的には金属）から成る粉末である。また、熱硬化性樹脂は、硬化した状態でインナービアを形成する。このようなインナービアは、高い信頼性を有し、したがって、回路基板全体の接続信頼性を高くする。

【0026】

また、本発明のコンデンサ内蔵回路基板は、内蔵される電解コンデンサが陽極用弁金属体の電極引き出し部に導電性樹脂組成物が充填されたものである場合、当該樹脂組成物に含まれる金属粉末と、導電性接着剤に含まれる導電性フィラーとが同一種類であることが好ましい。それにより、特にコンデンサの陽極となる電極引き出し部と配線層との接続部分の抵抗値が低下し、また、信頼性が向上するという効果が得られる。同様に、電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に導電性樹脂組成物が塗布されている場合も、当該導電性樹脂組成物に含まれる金属粉末は、導電性接着剤に含まれる導電性フィラーと同一種類であることが好ましい。貫通穴内に導電性粒子または導電性繊維が位置する場合も同様に、導電性粒子または導電性繊維は、導電性接着剤に含まれる導電性フィラーと同一種類であることが好ましい。同様に、陽極用弁金属体の電極引き出し部に少なくとも1個の導電性粒子が弁金属体の芯部に接触している場合も、当該導電性粒子は、導電性接着剤に含まれる導電性フィラーと同一種類であることが好ましい。

即ち、電解コンデンサの電極引き出し部に位置する導電性成分と、導電性接着剤に含まれる導電性フィラーとは、その材料が統一されたものであることが好ましい。

【0027】

また、本発明のコンデンサ内蔵回路基板が、前記インナービアを有する構成のものである場合、前記インナービアは、好ましくは、電解コンデンサに形成された貫通穴と一致するように配置される。即ち、インナービアと貫通穴が一直線上に位置することが好ましい。この構成によれば、電解コンデンサと配線層との間の接続長を短縮できるために、回路基板のESRおよびESLをより低くし得る。

【0028】

インナービアと電解コンデンサの貫通穴が一致する構成において、コンデンサ内蔵回路基板に内蔵される電解コンデンサが陽極弁金属体の電極引き出し部に形成された貫通穴に導電性樹脂組成物が充填されたものである場合、インナービアに含まれる導電性粉末と、導電性樹脂組成物に含まれる金属粉末とは同一種類であることが好ましい。それにより、電解コンデンサの陽極となる電極引き出し部とインナービアとの接続抵抗が小さくなり、接続信頼性が向上する。同様に、電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に導電性樹脂組成物が塗布されている場合も、当該導電性樹脂組成物に含まれる金属粉末は、インナービアに含まれる導電性粉末と同一種類であることが好ましい。貫通穴内に導電性粒子または導電性繊維が位置する場合も同様に、導電性粒子または導電性繊維は、インナービアに含まれる導電性粉末と同一種類であることが好ましい。同様に、陽極用弁金属体の電極引き出し部に少なくとも1個の導電性粒子が弁金属体の芯部に接触している場合も、当該導電性粒子は、インナービアに含まれる導電性粉末と同一種類であることが好ましい。即ち、電解コンデンサの電極引き出し部に位置する導電性成分と、インナービアに含まれる導電性粉末とは、その材料が統一されたものであることが好ましい。

【0029】

本発明はまた、少なくとも半導体チップ、コンデンサ、およびインダクタが電

氣的に接続されたモジュールであって、

前記コンデンサが上述の本発明の電解のコンデンサであり、当該コンデンサは電気絶縁層内に位置し、かつ、導電性接着剤によって配線層に接続されており、

前記配線層が、前記電気絶縁層に形成されたインナービアを介して外部電極と接続されている部品内蔵モジュールを提供する。

【0030】

この部品内蔵モジュールは、さらに、半導体チップ、別のコンデンサ、およびインダクタから選択される少なくとも 1 つの部品が電気絶縁層内に位置し、排配線層と電氣的に接続されているものであってよい。

【0031】

これらの構成によれば、電気回路を構成する素子を基板内に内蔵することができるため、パッケージ単体で電気回路機能を有する、小型かつ低背な高密度の機能モジュールを得ることができる。また、回路全体の配線長を短縮できるために、低損失で、且つ浮遊容量およびインダクタンスの小さい回路モジュールを形成できる。さらに、半導体チップの近傍に受動部品を配置できるため、耐ノイズ性が向上する。したがって、本発明によれば、①小型化、②高密度化、③低背、および④優れた高速応答性が実現された、優れた機能モジュールを得ることができる。

なお、上記においては、導電性樹脂組成物に含まれる導電性成分として「金属粉末」または「導電性粒子」、導電性接着剤に含まれる導電性成分として「導電性フィラー」、インナービアに含まれる導電性成分として「導電性粉末」という用語を使用している。それらは互いに明確に相違するものではなく、それらが含まれる組成物や混合物の導電性を確保するという機能を奏する点において共通する。また、これらはいずれも導電性材料から成る材料であり、後述するように、その具体的な形状および材料は一致する場合があることに留意されたい。

【0032】

本発明はまた、上記本発明の電解コンデンサを製造する方法をも提供する。本発明の電解コンデンサは、具体的には、

(a) 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化

して誘電体酸化皮膜を形成すること、および

(b) 前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

を含む方法により電解コンデンサを得ること、ならびに

(c) 得られた電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴を形成して、前記弁金属体の芯部を露出させること

を含む製造方法によって製造される。

【0033】

あるいは、本発明の電解コンデンサは、

(a) 容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること、

(c) 前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴を形成して、前記弁金属体の芯部を露出させること、および

(b) 前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること

をこの順で実施することを含む製造方法により製造される。

【0034】

上記のいずれの方法も、電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴を形成して、前記弁金属体の芯部を露出させることを特徴とする。上記の2つの製造方法は、貫通穴を形成する時期が異なる。前者は、固体電解質層および陰極用集電体を設けた後に貫通穴が形成される方法であり、後者はそれらを設ける前に貫通穴が形成される方法である。貫通穴を、固体電解質層等を設けた後に形成する方法によれば、電解質を重合等する際に熱処理を行っても、芯部が酸化されないという利点がある。一方、貫通穴を、固体電解質層等を設ける前に形成する方法によれば、貫通穴を形成する際のワークの取扱いが容易になるという利点がある。

【0035】

上記の製造方法に含まれる(a)および(b)は、固体電解コンデンサを製造する方法において一般的に含まれる操作である。以下の説明を含む本明細書にお

いては、本発明の各製造方法の特徴を明瞭にすること、ならびに記載が冗長になることを避けるため、「容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体の表面を酸化して誘電体酸化皮膜を形成すること」を、単に（a）の操作と呼び、「前記誘電体酸化皮膜上に固体電解質層を設け、前記固体電解質層上に陰極用集電体を設けること」を、単に（b）の操作と呼ぶ場合がある。

【0036】

また、本発明の電解コンデンサの製造方法は、金属粉末と未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物を用意すること、

前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に形成した貫通穴に前記導電性樹脂組成物を充填すること、および

熱処理して導電性樹脂組成物を前記金属体の芯部に接続させることをさらに含んでよい。このような製造方法によれば、貫通穴に導電性樹脂組成物が充填されて弁金属体の芯部に接続された構成の電解コンデンサが得られる。

【0037】

この製造方法は、好ましくは、前記貫通穴に前記導電性樹脂組成物を充填した後、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部を加圧することをさらに含む。加圧する工程を追加することによって、陽極用弁金属体の芯部と導電性樹脂組成物との接続がより強固となる。このようにして製造された電解コンデンサによれば、その電極引き出し部を他の部材（具体的には配線基板）と接続する際に、接続抵抗がさらに低くなり、また、接続信頼性がより向上する。

【0038】

本発明はまた、電解コンデンサの製造方法として、

（a）の操作および（b）の操作を含む方法により、電解コンデンサを得ること、ならびに

得られた電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の厚さより大きな粒径を有する少なくとも 1 つの導電性粒子を、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に配置して加圧することにより、当該導電性粒子を前記電極引き出し部に貫通させることを含む製造方法を提供する。

【0039】

本発明はまた、電解コンデンサの製造方法として、

(a) の操作および (b) の操作を含む方法により、電解コンデンサを得ること、ならびに

前記陽極用弁金属体の厚さよりも長い少なくとも 1 つの導電性繊維を、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通させることを含む製造方法を提供する。

【0040】

上記した 2 つの製造方法は、導電性粒子または導電性繊維を弁金属体の電極引き出し部に貫通させることによって、電極引き出し部に貫通穴を形成するとともに、導電性粒子または導電性繊維を貫通穴内に位置させることを特徴とする。この製造方法によれば、導電性粒子または導電性繊維と弁金属体の芯部とが密に接触した構成の電解コンデンサを容易に得ることができる。

【0041】

本発明はまた、電解コンデンサの製造方法として、

(a) の操作および (b) の操作を含む方法により、電解コンデンサを得ること、ならびに

得られた電解コンデンサを、厚さ方向において複数個重ねること、

電解コンデンサを重ねたものの厚さよりも長い少なくとも 1 つの導電性繊維を、各電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通させること、および

前記導電性繊維を切断して前記電解コンデンサを個片に分離することを含む製造方法を提供する。

【0042】

この製造方法によれば、1 または複数の導電性繊維を、複数の電解コンデンサ素子の弁金属体の電極引き出し部に一括して貫通させることができる。したがって、導電性繊維が弁金属体の電極引き出し部に貫通した構成の電解コンデンサを、高い生産性で製造することができる。

【0043】

本発明の上記電解コンデンサの製造方法はいずれも、少なくとも 1 個の導電性

粒子を、前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に配置して加圧することにより前記導電性粒子を前記陽極用弁金属体の芯部に接触させることをさらに含んでよい。この操作において、加圧は、各導電性粒子の一部が電極引き出し部の誘電体酸化皮膜を貫通して弁金属体の芯部に到達し、一部が誘電体酸化皮膜の表面よりも上方に位置する（即ち、突出した状態となる）ように、実施される。即ち、加圧は、各導電性粒子の一部が電極引き出し部に埋め込まれるように実施される。このような操作をさらに含むことにより、導電性粒子が、貫通穴が形成された陽極用弁金属体の電極引き出し部で弁金属体の芯部に接触している構成の電解コンデンサを得ることができる。

【0044】

あるいは、上記電解コンデンサの製造方法はいずれも、

少なくとも1個の導電性粒子と未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物を前記電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に配置して加圧することにより、前記導電性粒子を前記陽極用弁金属体の芯部に接触させること、および

熱処理により、前記導電性樹脂組成物を前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に接着させること

をさらに含んでよい。ここで、加圧は上記と同様に、導電性粒子の一部が電極引き出し部に埋め込まれるように実施される。これらの操作をさらに含むことにより、導電性粒子が、貫通穴が形成された陽極用弁金属体の電極引き出し部で弁金属体の芯部に接触し、かつ熱硬化性樹脂によって電極引き出し部に固定された構成の電解コンデンサを得ることができる。

【0045】

あるいはまた、上記本発明の電解コンデンサの製造方法はいずれも、金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物を前記電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に塗布すること、および

熱処理により、前記導電性樹脂混合物を前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に接着させること

をさらに含んでよい。これらの操作により、貫通穴が形成された陽極用弁金属体

の電極引き出し部の表面に、金属粉末と熱硬化性樹脂を含む導電性樹脂組成物の層が形成された構成の電解コンデンサを得ることができる。

【0046】

導電性樹脂組成物の層を陽極用弁金属体の電極引き出し部に形成する場合、導電性樹脂組成物を塗布した後、電極引き出し部を加圧してもよい。その場合、導電性樹脂組成物をより強固に電極引き出し部の表面に接着させることができる。加圧と熱処理を同時に実施してもよい。

また、平板の表面に導電性樹脂組成物の層を塗布によりあらかじめ形成し、この平板で陽極用弁金属体の電極引き出し部を挟んで、導電性樹脂組成物を陽極用弁金属体の電極引き出し部に転写させることも可能である。その場合、転写により導電性樹脂組成物が塗布されることとなる。好ましくは、転写時に電極引き出し部が加圧される。樹脂組成物の接着をより強固にするためである。また、樹脂組成物に含まれる金属粉末の粒径が誘電体酸化皮膜の厚さよりも大きい場合において、加えられる圧力が大きいと、金属粉末（＝粒子）が芯部に接触した構成のコンデンサが得られる。

【0047】

本発明はまた、コンデンサ内蔵回路基板の製造方法として、

電気絶縁層の表面に所定の配線パターンを有する配線層が形成された回路基板を用意すること、

導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤を用意すること

、
未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を、電気絶縁性基材として用意すること、

前記回路基板の配線層の表面の所定位置に前記導電性接着剤を塗布すること、
塗布した接着剤の上に、上記本発明の電解コンデンサを配置した後、熱処理により、前記導電性接着剤を硬化させて、前記電解コンデンサを回路基板に（より厳密に言えば、回路基板の配線層に）固定すること、および

前記電気絶縁性基材を、前記電解コンデンサを固定した前記回路基板に積層した後、加熱加圧することにより、前記電解コンデンサがその内部に位置する、即

ち内蔵された電気絶縁層を形成すること

を含む製造方法を提供する。この製造方法は、回路基板の表面に電解コンデンサを取り付け、その上に、シート状の電気絶縁性基材を重ねた後、加熱加圧することにより、電気絶縁層が回路基板の表面に設けられ、かつ当該電気絶縁層が電解コンデンサを覆っている（即ち、電解コンデンサが電気絶縁性層中に埋め込まれた）形態のコンデンサ内蔵回路基板を得る方法である。

【0048】

上記のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法において、回路基板を構成する電気絶縁層は、好ましくは、電気絶縁性基材を構成する熱硬化性樹脂組成物から成るものである。電気絶縁性基材と回路基板の電気絶縁層が同じ材料から成る場合、電気絶縁性基材を積層し一体化させるときに発生する内部応力を小さくすることができる。それにより、接続信頼性の高いコンデンサ内蔵回路基板を得ることが可能となる。

【0049】

本発明はまた、コンデンサ内蔵回路基板の製造方法として、
導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤を用意すること、
未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を、電気絶縁性基材として用意すること、
金属箔の表面の所定位置に前記導電性接着剤を塗布すること、
塗布した導電性接着剤の上に、上記本発明の電解コンデンサを配置した後、熱処理により、前記導電性接着剤を硬化させて、前記電解コンデンサを金属箔に固定すること、
前記電気絶縁性基材を、前記電解コンデンサを固定した前記金属箔に積層した後、加熱加圧することにより、前記電解コンデンサがその内部に位置する電気絶縁層を形成すること、および
金属箔をパターンニングして所定の配線パターンを有する配線層にすることを含む製造方法を提供する。金属箔は、好ましくは銅箔である。

【0050】

この製造方法において、電解コンデンサは配線層となる金属箔の表面に固定され、その上に電気絶縁性基材が積層される。即ち、この製造方法においては、電解コンデンサを内蔵することと、配線層および電気絶縁層を有する回路基板の作製とが同時に実施される。したがって、この製造方法によれば、回路基板をあらかじめ用意する必要がないため、より小型で且つより低背のコンデンサ内蔵回路基板を製造することができる。また、この製造方法によれば、回路基板の外部電極と近接した位置に電解コンデンサを配置することができるため、高周波応答性が向上したコンデンサ内蔵回路基板が得られる。

【0051】

本発明はまた、コンデンサ内蔵回路基板の製造方法として、
離型キャリアの片面に所定の配線パターンを有する配線層を形成すること、
導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤を用意すること、
未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を、電気絶縁性基材として用意すること、
前記配線層の表面の所定位置に導電性接着剤を塗布すること、
塗布した導電性接着剤の上に、上記本発明の電解コンデンサを配置した後、熱処理により、前記導電性接着剤を硬化させて、前記電解コンデンサを固定すること、
前記電気絶縁性基材を、前記電解コンデンサを固定した前記離型キャリアに積層した後、加熱加圧することにより、前記電解コンデンサがその内部に位置する電気絶縁層を形成すること、および
前記離型キャリアを剥離して配線層を表面に露出させること
を含む製造方法を提供する。この製造方法もまた、電解コンデンサを固定するための回路基板を必要としないので、より小型で且つより低背であって、高周波応答性が向上したコンデンサ内蔵回路基板の製造を可能にする。

【0052】

上記のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法のいずれにおいても、導電性接着剤を印刷により塗布することが好ましい。印刷によれば、導電性接着剤を精度良く

、必要な位置だけに塗布することができる。

【0053】

また、上記のコンデンサ内蔵回路基板の製造方法はのいずれにおいても、電気絶縁性基材として、所定位置に1または複数の貫通穴が形成され、当該貫通穴に導電性粉末と熱硬化性樹脂とを含むビアペーストが充填されたものを用意することが好ましい。ビアペーストは、適当な時期（具体的には、電気絶縁基材が積層されて電気絶縁層が形成されるときに）に熱処理に付されて、熱硬化性樹脂が硬化することにより、インナービアを形成する。したがって、この操作を含む製造方法によれば、電気絶縁性基材の両方の表面に配線層が位置する場合に、2つの配線層を所望のように接続した、コンデンサ内蔵回路基板を得ることができる。

【0054】

電気絶縁性基材に貫通穴を形成し、これにビアペーストを充填する場合、貫通穴に充填されたビアペーストが、前記電解コンデンサの前記陽極用弁金属体の電極引き出し部に接するように、前記電解コンデンサを前記電気絶縁性基材内に位置させることが好ましい。それにより、インナービアを介して、電気絶縁性基材の表面に位置する配線層と、電解コンデンサとを電氣的に接続することができるので、より配線距離が短く、且つ接続抵抗がより低いコンデンサ内蔵回路基板を製造することができる。

【0055】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の電解コンデンサおよびコンデンサ内蔵回路基板、ならびに部品内蔵モジュールの具体的な形態を、その製造方法とともに、図面を参照して説明する。

【0056】

本発明の基本構成は、容量形成部および電極引き出し部を有する陽極用弁金属体と、前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜と、前記誘電体酸化皮膜上に設けられた固体電解質層と、前記固体電解質層上に設けられた陰極用集電体とを備えた固体電解コンデンサである。これは従来の電解コンデンサに相当するといえる。本発明の電解コンデンサは、この基本構成である固体電解コン

デンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴を形成して、弁金属体の芯部を外部に露出させることにより構成したものである。

【0057】

本発明の基本構成となる固体電解コンデンサの断面図を図1に示す。図1において、10は陽極用弁金属体であり、10Aが容量形成部、10Bが電極引き出し部となる。11は誘電体酸化皮膜であり、12は固体電解質層であり、13は陰極用集電体である。14は陽極部と陰極部との絶縁性を確保するための絶縁体である。

【0058】

陽極用弁金属体10としては、例えばアルミニウム、タンタルおよびニオブから選択される材料の箔体や焼結体を使用できる。好ましくは、アルミニウムが使用される。アルミニウムは、安価で生産性に優れているからである。陽極用弁金属体10は通常電解エッチングにより表面が粗化されている。表面積を増加させるためである。

【0059】

固体電解質層12としては、例えばポリピロール、ポリチオフェンまたはポリアニリンなどの導電性高分子を使用できる。固体電解質層12は、導電性高分子の導電率を高くして抵抗値を減少させるために、ドーパントをさらに含むことが好ましい。ドーパントとしては、例えば、アルキルナフタレンスルホン酸およびパラトルエンスルホン酸などのアリアルスルホン酸イオン、またはアリアルリン酸イオンを使用できる。

【0060】

陰極用集電体13としては、カーボン層を接着層としたAgペースト層、Cu、Ni、Alの箔体、もしくはこれらの金属箔体であって固体電解質層12と接する側の面にカーボン層が形成された箔体を使用できる。

【0061】

絶縁体14は、陽極と陰極との絶縁性を確保し、ショートが発生を防止するために、好ましくは設けられる。絶縁体14としては、例えばポリイミド、ポリアミド、ポリフェニレンエーテル（PPE）、ポリフェニレンスルフィド（PPS

)、またはポリフェニレンオキサイド (PPO) を使用できる。

【0062】

図1に示す固体電解コンデンサにおいて、陽極の電極引き出し部10Bは1つだけ設けられている。本発明の基本構成となる固体電解コンデンサは、陽極の電極引き出し部が2箇所ある3端子構造のものであってよく、あるいは陰極および陽極ともに電極引き出し部が2箇所ある4端子構造のものであってよい。以下に説明する各実施の形態は、それらのコンデンサにも適用し得る。

【0063】

(実施の形態1)

本発明の電解コンデンサの一形態を図2に示す。図2において、10Cは陽極用弁金属体10の芯部を示し、15は貫通穴である。貫通穴15の露出表面のうち、誘電体酸化皮膜11の部分を除いた部分は、芯部露出部分10Dに相当する。図2において、図1で説明した部材と同じ部材または要素には同じ参照番号を付しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0064】

この形態の電解コンデンサを製造する方法を図面を参照しながら説明する。まず、陽極用弁金属体となる金属箔を用意する。ここでは、アルミニウム箔を使用する場合を例に挙げて説明する。

【0065】

最初に、アルミニウム箔に交流電流を印加して、塩酸を主体とする電解液中で電解エッチングする。それにより、アルミニウム箔の表面を粗化して、図2に示すような、表面が微細な凹凸を有する陽極用弁金属体10を得る。次に、陽極用弁金属体10を中性の電解液中で陽極酸化し、その表面に所望の耐圧を有する誘電体酸化皮膜11を形成する。誘電体酸化皮膜11は、一般に1~20nmの厚さを有するように形成される。尤も、誘電体酸化皮膜11の厚さはこの範囲に限定されず、電解コンデンサの所望の性能に応じて選択される。次に、陽極用弁金属体10の容量形成部10A以外の部分をマスキングして、ポリピロール、ポリチオフェン、もしくはポリアニリン等の導電性高分子を、ドーパントと各モノマーを含む溶液を用いて、化学重合または化学重合と電解重合との組合せにより

形成する。この導電性高分子層が固体電解質層 12 となる。

【0066】

次に、陽極用弁金属体 10 の 2 つの表面に、固体電解質層 12 が形成された容量形成部 10A と、電極引き出し部 10B との境界部分に、絶縁体 14 を配置する。絶縁体 14 は、適当な絶縁材料のフィルム（例えばポリイミドフィルム）から成るテープを接着させて形成する。続いて、固体電解質層 12 の表面にカーボンペーストを塗布した後、硬化させ、さらにその上に Ag ペーストを塗布した後、加熱して硬化させる。これらカーボン層および Ag ペースト層は陰極用集電体 13 として作用する。カーボンペーストおよび Ag ペーストは、例えばディッピングにより塗布される。あるいは、陰極用集電体 13 は、前述のように、例えば Cu、Ni または Al 等の金属箔を積層して形成してよい。その場合には、カーボンペーストを用いて金属箔を固体電解質層 12 に接着させることができる。

【0067】

次に、誘電体酸化皮膜 11 の欠陥修復と固体電解質層 12 の絶縁化処理を実施する。処理は、具体的には、高温高湿（例えば、85℃80%RH）の雰囲気中で所定の電圧をかけて、その後乾燥させることにより実施する。この処理が終了した段階にて、図 1 に示す構成の電解コンデンサが得られる。

【0068】

次に、陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B に貫通穴 15 を形成して、陽極用弁金属体 10 の酸化されていない芯部 10C を外部に露出させる。それにより、図 2 に示すような、芯部露出部 10D を有する本発明の電解コンデンサが得られる。貫通穴 15 は、例えば、NC パンチングマシンで形成できる。あるいは、貫通穴 15 は、穿孔金型を用いる方法、または YAG レーザにより形成できる。また、貫通穴 15 は複数形成することが好ましい。貫通穴 15 の数が多いほど、配線層へ接続する際の接続抵抗が低下するので、低損失なコンデンサ内蔵回路基板および部品内蔵モジュールを得ることができ、また接続信頼性が向上するからである。尤も、貫通穴 15 の数が多いほど、電極引き出し部 10B の強度が低下する。したがって、貫通穴 15 の数は、コンデンサ内蔵回路基板を製造する際に加えられる力によって電解コンデンサが破損しない範囲で、選択する必要がある。

ある。一般に、貫通穴 15 の数は、 1 mm^2 あたり 1 ～ 8 個にすることが好ましい。

【0069】

以上において説明した製造方法においては、図 1 に示すような電解コンデンサを形成した後に陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B に貫通穴 15 が形成される。別法においては、誘電体酸化皮膜 11 を形成した後に、陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B に貫通穴 15 を形成し、その後固体電解質層 12 および陰極用集電体 13 を形成してもよい。この方法によれば、基本構成となる固体電解コンデンサが完成する前に、貫通穴を形成できるため、貫通穴の形成に際し、固体電解質層等の破損を懸念することなく、ワークを取り扱うことができる。

【0070】

(実施の形態 2)

本発明の電解コンデンサの別の形態を図 3 に示す。図 3 において、16 は、金属粉末と熱硬化性樹脂を含む導電性樹脂組成物であり、貫通穴 15 に充填されて陽極用弁金属体 10 の芯部 10C に接続されている。図 3 において、図 1 および図 2 を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0071】

この形態の電解コンデンサを製造する方法を図面を参照しながら説明する。まず、上記の実施の形態 1 で説明した方法と同様な方法で、図 2 に示すような貫通穴を有する電解コンデンサを作製する。

【0072】

また、金属粉末と熱硬化性樹脂を混合して導電性樹脂組成物を作製する。金属粉末は、導電性および安定性に優れた金属から成るものが好ましく用いられる。例えば、Ag、Cu、Au、Ni、Co または Pd を主成分とする金属もしくは合金の粉末を使用でき、特に Ag もしくは Cu の粉末、または Ag もしくは Cu を含む合金の粉末が好ましく使用される。金属粉末は、その直径が $0.1 \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ であることが好ましい。熱硬化性樹脂は、未硬化の状態で金属粉末と混合

される。熱硬化性樹脂としては、例えばエポキシ樹脂、フェノール樹脂、またはポリイミド樹脂を使用できる。これらの樹脂は、信頼性が高いことから、好ましく使用される。さらに、導電性樹脂組成物は、硬化剤、硬化触媒、界面活性剤および／またはカップリング剤を含んでよい。

【0073】

次に、貫通穴 15 に導電性樹脂組成物を充填する。充填の方法としては、例えば、スクリーン印刷による方法、およびディスペンサを使用する方法を採用できる。それから、熱処理を施して、導電性樹脂組成物 16 中の熱硬化性樹脂を硬化させることにより、導電性樹脂組成物 16 が貫通穴 15 において陽極用弁金属体 10 の芯部 10C に接続される。その結果、図 3 に示すような本発明の電解コンデンサが得られる。

【0074】

熱処理温度および時間は、固体電解質層 12 の熱分解に起因するコンデンサの特性劣化が生じない限りにおいて、特に限定されない。熱処理温度は、通常 80 ～ 180℃ であり、熱処理時間は、通常 5 ～ 30 分間である。この熱処理が終了した後で、実施の形態 1 と同様にして、誘電体酸化皮膜 11 の欠陥修復と固体電解質層 12 の絶縁化処理を行うことが好ましい。

【0075】

本実施の形態において、貫通穴 15 の径は陽極用弁金属体 10 の厚さの 0.5 ～ 2 倍であることが好ましい。その理由は、先に説明したとおりである。陽極用弁金属体 10 は、40 ～ 150 μm 程度の厚さの金属箔で形成することが、コンデンサ内蔵回路基板の低背化の点から好ましい。したがって、そのような厚さの箔を使用する場合、貫通穴の径は、金属箔の厚さに応じて 20 ～ 300 μm の範囲から選択される。

【0076】

また、貫通穴 15 の断面形状は、円形に限られず、正方形、長方形、または楕円体等、いずれの形状であってよい。貫通穴 15 が円形でない場合、貫通穴の好ましい寸法は断面の差渡しの最小値と最大値で規定される。具体的には、貫通穴の断面の差渡しの最小値が陽極用弁金属体の厚さの 0.5 倍より大きく、最大値

が陽極用弁金属体の厚さの2倍より小さいことが好ましい。また、この実施の形態においても、貫通穴15が複数個形成されて、各貫通穴に導電性樹脂組成物が充填されていてもよい。

【0077】

また、この実施の形態においては、導電性樹脂組成物16を貫通穴15に充填した後、陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bを加圧することが好ましい。この加圧工程によって、貫通穴15に充填された導電性樹脂組成物16に含まれる金属粉末が貫通穴15の芯部10Cにより強固に接続し、接続抵抗値が低下するからである。加圧の方法は特に限定されず、例えば平板を用いたプレス加圧、または圧縮空気による加圧等を実施してよい。加圧は、熱処理と同時に実施してよい。

【0078】

この実施の形態の電解コンデンサにおいては、導電性樹脂組成物が、陽極用弁金属体の芯部と接触しているために、陽極の接続部として機能し得る。したがって、この形態の電解コンデンサは、貫通穴内に例えば導電性接着剤を挿入させることなく、簡易に配線基板と接続させることができる。

【0079】

(実施の形態3)

本発明の電解コンデンサの別の形態を図4に示す。図4において、17は導電性粒子である。この導電性粒子17は貫通穴15内に位置し、陽極用弁金属体10の芯部10Cに接触して接続されている。図4において、図1～図3を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0080】

この形態の電解コンデンサを製造する方法を図面を参照しながら説明する。まず、上記の実施の形態1で説明した方法と同様な方法で、図1に示すような、基本構成の固体電解コンデンサを作製する。

【0081】

また、陽極用弁金属体10の厚さよりも大きな粒径を有する導電性粒子17を

用意する。次に、導電性粒子 17 を陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B 上に配置して加圧することにより、導電性粒子 17 を陽極用弁金属体 10 に貫通させて、貫通穴 15 を形成すると同時に、導電性粒子 17 を陽極用弁金属体 10 の芯部に接触させる。その結果、図 4 に示すような電解コンデンサが得られる。

【0082】

導電性粒子 17 としては、導電率が高く、加圧されたときに破損することなく陽極用弁金属体 10 を貫通できる程度の硬度を有する粒子が使用される。具体的には、例えば Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Au から成る群から選ばれる 1 種の金属を主成分とする金属もしくは合金から成る粒子が使用される。導電性粒子 17 は、陽極用弁金属体 10 の厚さよりも大きい粒径を有し、好ましくは陽極用弁金属体 10 の厚さの 1.0 ～ 1.2 倍、より好ましくは 1.05 ～ 1.2 倍の粒径を有する。そのような粒径を有する導電性粒子を貫通させると、貫通した後で粒子の上下端がコンデンサの表面から突出するため、他の部材（例えば配線基板）との接続に有利である。加圧の方法は、特に限定されない。例えば、プレス加圧により、導電性粒子 17 を貫通させることができる。

【0083】

この形態の電解コンデンサにおいては、導電性粒子が、陽極用弁金属体の芯部と接触しているために、陽極の接続部として機能し得る。したがって、この形態の電解コンデンサは、実施の形態 2 のものと同様、簡易に配線基板と接続させることができる。

【0084】

上記において説明した方法によれば、簡易な方法で貫通穴を形成できる。別法においては、実施の形態 1 で説明したように、貫通穴を予め形成し、この貫通穴に、貫通穴の直径よりも僅かに大きい粒径を有する導電性粒子を圧入することによって、図示した形態と同じ電解コンデンサを得ることができる。

【0085】

本実施の形態の変形例として、導電性粒子 17 が陽極用弁金属体 10 を複数箇所貫通した形態のものがある。そのような形態の電解コンデンサによれば、配線基板に接続するときに、さらに接続抵抗を低くすることができる。

【0086】

(実施の形態4)

本発明の電解コンデンサの別の形態を図5に示す。図5において、18は導電性繊維である。この導電性繊維18は貫通穴15内に位置し、陽極用弁金属体10の芯部10Cに接触して接続されている。図5において、図1～図4を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0087】

この形態の電解コンデンサを製造する方法を図面を参照しながら説明する。まず、上記の実施の形態1で説明した方法と同様な方法で、図1に示すような、基本構成の固体電解コンデンサを作製する。

【0088】

また、陽極用弁金属体10の厚さより長さが長い導電性繊維18を用意する。次に、導電性繊維18を、陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bに貫通させて、貫通穴15を形成すると同時に、導電性繊維18を陽極用弁金属体10の芯部に接触させる。その結果、図5に示すような電解コンデンサが得られる。

【0089】

導電性繊維18は、導電率が高く、繊維状あるいは細線状に加工できる金属材料で形成される。具体的には、Ag、Cu、Ni、Pd、Pt、Au、およびAlから成る群から選ばれる1種の金属を主成分とする金属もしくは合金を繊維状または細線状に加工したものを、導電性繊維18として使用できる。導電性繊維18は、陽極用弁金属体10の厚さよりも大きい長さを有し、好ましくは陽極用弁金属体10の厚さの1.0～1.2倍の長さを有し、より好ましくは1.05～1.2倍の長さを有する。そのような長さの導電性繊維を貫通させると、貫通した後で繊維の上下端がコンデンサの表面から突出するため、他の部材（例えば配線基板）との接続に有利である。また、導電性繊維18の直径は、好ましくは20～200 μm である。導電性繊維18を貫通させる方法は、特に限定されない。例えば、プレス加圧、ワイヤボンダによる加圧、または超音波加圧により、導電性繊維18を貫通させることができる。

【0090】

この形態のコンデンサにおいては、導電性繊維が、陽極用弁金属体の芯部と接触しているために、陽極の接続部として機能し得る。したがって、この形態の電解コンデンサは、実施の形態2のものと同様、簡易に配線基板と接続させることができる。

【0091】

上記において説明した方法によれば、簡易な方法で貫通穴を形成できる。別法においては、実施の形態1で説明したように、貫通穴を予め形成し、この貫通穴に、貫通穴の直径よりも僅かに大きい直径を有し、かつその長さが陽極用弁金属体の厚さよりも大きい導電性繊維を圧入することによって、図示した形態と同じ電解コンデンサを得ることができる。

【0092】

本実施の形態の変形例として、導電性繊維18が陽極用弁金属体10を複数箇所貫通した形態のものがある。そのような形態の電解コンデンサによれば、配線基板に接続するときに、さらに接続抵抗を低くすることができる。

【0093】

(実施の形態5)

実施の形態4の電解コンデンサを得る別の方法を、実施の形態5として説明する。図6(a)～(c)に、当該方法の各工程を模式的に断面図にて示す。図6において、図1～図5を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0094】

まず、上記の実施の形態1で説明した方法と同様な方法で、図1に示すような基本構成の固体電解コンデンサを作製する。次に、得られた固体電解コンデンサを、その表面(即ち、陽極用弁金属体を構成する箔の厚さ方向に垂直である面)同士が向かい合うように、換言すれば、厚さ方向において、複数個重ね合わせる(図6(a))。それにより、各電解コンデンサの陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bは、その厚さ方向において一致する(即ち整列する)する。

【0095】

また、実施の形態4の電解コンデンサを製造する場合と同様に、導電性繊維18を用意する。この形態においては、導電性繊維18は、固体電解コンデンサを積層したものの全体の厚さdよりも長いものであることを要する。導電性繊維18の長さがdより短いと、各電解コンデンサの陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bに、導電性繊維18を確実に貫通させることができないことがある。

【0096】

次に、図6(b)に示すように、導電性繊維18を、複数個の電解コンデンサの陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bに貫通させる。貫通は、先に実施の形態4において説明した方法を採用して実施できる。それから、各電解コンデンサの陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bの間に位置する、導電性繊維18を切断することにより、コンデンサが個片に分離される。その結果、図6(c)に示す電解コンデンサが得られる。

【0097】

この形態においても、導電性繊維は、各電解コンデンサにおいて、複数箇所で貫通させてよい。また、この形態においても、各電解コンデンサの陽極用弁金属体10の電極引き出し部10Bに貫通穴を予め形成し、この貫通穴に、貫通穴の直径よりも僅かに大きい直径を有する導電性繊維を貫通させてよい。貫通穴は図6(a)に示すように電解コンデンサを積層してから、一括的に形成してよい。あるいは、貫通穴を形成した電解コンデンサを貫通穴が一致するように積層してから、繊維を貫通させてもよい。

【0098】

別法においては、導電性繊維を切断せずに、図6(b)のような形態の電解コンデンサを作製し、これを回路基板用の部品として使用してよい。この形態の電解コンデンサは、電解コンデンサの積層数に応じて、その容量を大きくし得る。したがって、この製造方法を応用すれば、基本構成となる固体電解コンデンサの数を適宜選択することによって、所望の容量の電解コンデンサを簡便に得ることができる。

【0099】

(実施の形態 6)

本発明の電解コンデンサの別の形態を図 7 に示す。図 7 において、19 は導電性粒子である。図 7 は、図 3 に示す形態の電解コンデンサに、導電性粒子 19 が陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B で、陽極用弁金属体の芯部に接触しているものである。図 7 において、図 1 ～図 6 を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0100】

この形態の電解コンデンサを製造する方法を図面を参照しながら説明する。まず、上記の実施の形態 2 で説明した方法と同様な方法で、図 3 に示すような構成の電解コンデンサを作製する。

【0101】

導電性粒子 19 を用意し、これを陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B 上に配置して加圧する。それにより、導電性粒子 19 が、陽極用弁金属体 10 の表面に形成された誘電体酸化皮膜 11 を貫通して、陽極用弁金属体 10 の芯部 10C に接触することとなる。導電性粒子を複数個使用する場合、全ての導電性粒子が陽極用弁金属体 10 の芯部 10C と接触する必要は必ずしもない。芯部 10C と接触していない粒子であっても、芯部 10C と接触している粒子と接触していれば、芯部と接触していない当該粒子と芯部との電気的な接続は、間接的に確保されることとなる。また、導電性粒子 19 は、エッチング等により粗面化されて凹凸を有する領域（即ち、粗面化層）をも貫通して、芯部の一部であってエッチング等の粗面化処理の影響を受けていない部分に接することが好ましい。粗面化層は、粗面化により形成された凹凸を含む厚さ方向の領域である。粗面化層と粗面化処理の影響を受けていない領域との境界は、厚さ方向に垂直な面でスライスしたときに、スライスした表面に凹凸が無くなるときの当該面に相当する。通常、粗面化層の厚さ（即ち、最も高い凸部の頂点と最も深い凹部の底との間の厚さ方向の距離）は、20 ～ 100 μm である。

【0102】

導電性粒子 19 としては、たとえば実施の形態 3 に関連して説明したものを使

用できる。尤も、実施の形態3と違って、この形態においては、導電性粒子19は、誘電体酸化皮膜11のみを貫通し、陽極用弁金属体10の厚さ全体を貫通しない。そのため、導電性粒子19は、誘電体酸化皮膜11の厚さよりも大きく、貫通陽極用弁金属体10の厚さよりも小さい粒径を有することが好ましい。例えば、複数の導電性粒子19が用いられる場合、少なくとも1つの導電性粒子19は $30 \sim 70 \mu\text{m}$ の粒径を有することが好ましい。そのような粒径の導電性粒子は、誘電体酸化皮膜を貫通し、さらに粗面化層を貫通して、陽極用弁金属体10の芯部10Cのうち、粗面化処理の影響を受けていない部分と直接的に接触する。複数の導電性粒子のうち少なくとも1つの導電性粒子が上記粒径を有する場合、他の導電性粒子は $30 \mu\text{m}$ 未満であってよく、 $0.1 \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲内にあればよい。但し、好ましい粒径の具体的な範囲は、陽極用弁金属体の厚さおよび誘電体酸化皮膜の厚さに応じて異なることに留意すべきである。

【0103】

導電性粒子19は、好ましくは、図示するように電極引き出し部10Bの両方の表面全体を覆うように、配置されることが好ましい。あるいは、導電性粒子19は、電極引き出し部10Bの一方の表面全体を覆うように配置してよい。あるいはまた、導電性粒子19は、電極引き出し部10Bの一方または両方の表面の一部のみを覆うように配置してよい。

【0104】

この形態の変形例においては、導電性粒子の少なくとも一部が熱硬化性樹脂で被覆されている。そのような形態の電解コンデンサの製造方法において、導電性粒子は未硬化の熱硬化性樹脂と混合された導電性樹脂組成物の形態で、電極引き出し部に塗布されて配置される。塗布は、具体的には、印刷、ディッピング、またはディスペンサを用いる方法により実施される。それから、加圧により、導電性粒子を、陽極用弁金属体の芯部に接触させた後、熱処理により、熱硬化性樹脂を硬化させて、導電性樹脂組成物を電極引き出し部に接着させる。この形態の電解コンデンサにおいては、熱硬化性樹脂が導電性粒子をより強固に固定するため、導電性粒子の脱落の可能性がより小さくなり、したがって、導電性粒子と陽極用弁金属体の芯部との接続信頼性が高くなる。熱硬化性樹脂は、特に限定されず

、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、またはイソシアネート樹脂を使用できる。未硬化の熱硬化性樹脂は、好ましくは、導電性粒子を100体積部としたときに、25～100体積部の割合で混合することが好ましい。

【0105】

別法においては、平板の所望の位置に導電性粒子と未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物を塗布し、この平板2枚で陽極用弁金属体の電極引き出し部を挟むことにより、導電性樹脂組成物を電極引き出し部に転写してよい。その場合、転写により導電性樹脂組成物が電極引き出し部に塗布される。この場合、転写と同時に平板を加圧することにより、導電性粒子を陽極用弁金属体の芯部に接触させることができる。さらに、加圧と同時に加熱を実施することにより、熱硬化性樹脂を同時に硬化させることができる。したがって、平板を用いる転写は、導電性樹脂組成物の配置（即ち、塗布）と、導電性粒子の固定とを一度に行うことができる点において、好ましい手法である。

【0106】

図7に示す電解コンデンサは、貫通穴15に導電性樹脂組成物が充填されたものである。本実施の形態は、図示した形態に限定されず、図2、図4および図5のいずれに示す形態のものに適用してよい。いずれの形態のものに適用する場合においても、先に導電性粒子を陽極用弁金属体の芯部に接触させてから、貫通穴を形成し、さらに必要に応じて、貫通穴内に導電性樹脂組成物を充填し、あるいは導電性粒子または導電性繊維を位置させてよい。

【0107】

（実施の形態7）

実施の形態7として、上記において説明した本発明の実施の形態1～5の電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引出し部に、金属粉末と熱硬化性樹脂とを含む導電性樹脂組成物が塗布されている形態の電解コンデンサをその製造方法とともに説明する。

塗布に用いる導電性樹脂組成物としては、実施の形態2に関連して説明した導電性樹脂組成物と同様のものを用意することが好ましい。したがって、その詳細

な説明は省略する。

【0108】

導電性樹脂組成物は、適当な方法により陽極用弁金属体の電極引き出し部表面に塗布される。塗布の方法としては、例えば、スクリーン印刷法、ディッピング法、およびディスペンサを使用する方法が採用できる。その後、導電性樹脂組成物に熱処理を施して、未硬化の熱硬化性樹脂を硬化させて、陽極用弁金属体の電極引き出し部表面に接着させる。熱処理温度および時間は、特に限定されず、実施の形態2に関連して例示した条件を使用できる。この形態の電解コンデンサを製造する場合には、導電性樹脂組成物を塗布した後に、実施の形態1と同様に誘電体酸化皮膜の欠陥修復と固体電解質層の絶縁化処理を行うことが好ましい。

【0109】

また、導電性樹脂組成物を陽極用弁金属体の電極引き出し部表面に塗布した後、陽極用弁金属体の電極引き出し部を加圧することが好ましい。導電性樹脂組成物と電極引き出し部との間の接着強度と電気接続性が向上するからである。

【0110】

別法においては、平板の所望の位置に導電性樹脂組成物を塗布し、この平板2枚で陽極用弁金属体の電極引き出し部を挟むことにより、導電性樹脂組成物を陽極用弁金属体の電極引き出し部に転写させ、それにより塗布することも可能である。この場合、転写と同時に、平板を加圧してよい。さらに、加圧と同時に加熱を同時に実施することにより、導電性樹脂組成物を同時に電極引き出し部に接着させ得る。このように、平板による転写は、少ない工程で、塗布、加圧および熱処理を実施し得るという利点を有する。

【0111】

(実施の形態8)

実施の形態8として、本発明の電解コンデンサを使用してコンデンサ内蔵回路基板を製造する方法を説明する。図8(a)～(d)に、当該方法の各工程を模式的に断面図にて示す。

【0112】

最初に、本発明のコンデンサ内蔵回路基板の製造手順の概要を図面を参照して説明する。まず、準備段階において、①表面に所定の配線パターンを有する配線層 21 が形成された回路基板 22、および②導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂とを含む導電性接着剤 23 を用意し、また、③未硬化の熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを含む熱硬化性樹脂組成物から成るシート状物を電気絶縁性基材 25 として用意する。この電気絶縁性基材 25 には、必要に応じて、所望の位置に貫通穴 27 を形成し、その中に、導電性粉末と未硬化の熱硬化性樹脂とを含むビアペースト 26 を充填しておく。

【0113】

用意した回路基板 22 の配線層 21 表面の所定位置に導電性接着剤 23 を塗布する。そして、導電性接着剤 23 の上に本発明の電解コンデンサ 24（図 3 に示すのものに相当）を配置し、熱処理して導電性接着剤 23 を硬化させる。その結果、図 8（a）に示すように、電解コンデンサ 24 が固定されて、配線層 21 と電氣的に接続される。

【0114】

次に、電解コンデンサ 24 を取り付けた回路基板 22 上に、電気絶縁性基材 25 と銅箔 28 とを、図 8（b）に示すように積層して、加熱加圧する。これにより、図 8（c）に示すように、電気絶縁性基材 25 を回路基板 22 表面に接着させて電気絶縁層 29 を形成するとともに、電解コンデンサ 24 を電気絶縁層 29 内に位置させる（即ち、内蔵させる）。また、この加熱加圧により、ビアペースト 26 を硬化させてインナービア 30 を形成する。それから、銅箔 28 をパターニングして所定の配線パターンに加工して配線層 21a とし、図 8（d）に示すようなコンデンサ内蔵回路基板を完成させる。

【0115】

回路基板 22 は特に限定されず、たとえばガラスエポキシ基板、紙フェノール基板、およびアラミドエポキシ基板のようなプリント配線板、ならびにアルミナ基板およびガラス—アルミナ基板等のセラミック基板を使用できる。配線層 21 を構成する材料は、回路基板の種類によって適宜選択される。例えば、プリント配線板では銅箔を使用でき、セラミック基板では Cu、Ag、Pd、Mo または

W等から成る金属粉末の焼結体を使用できる。回路基板22に含まれる配線層21の数も特に限定されず、図示したような多層基板のほか、両方の表面にのみ配線層を有する（即ち、配線層の数が2である）両面基板を使用することができる。

【0116】

回路基板22は、その絶縁層が後述する電気絶縁性基材25と同じ材料から成るものであることが好ましい。そのように絶縁層の材料を選択すると、最終的に得られるコンデンサ内蔵回路基板において絶縁層がすべて同一の材料となるため、異種材料を積層した際に発生する内部応力の発生を無くす又は低下させることができる。それにより、コンデンサ内蔵回路基板の接続信頼性を向上させ得る。

【0117】

導電性接着剤23を構成する導電性フィラーは、固有抵抗値および接触抵抗値が低く且つ安定な粒子であれば特に限定されない。具体的には、Ag、Cu、Au、Ni、PdまたはPtを主成分とする金属または合金の粉末を導電性フィラーとして使用できる。特に、AgもしくはCuの粉末、またはAgもしくはCuを含む合金から成る粉末が好ましく使用される。導電性接着剤23を構成する熱硬化性樹脂としては、例えばエポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリアミド樹脂、またはポリアミドイミド樹脂を使用できる。これらの樹脂は、信頼性が高い点で好ましく使用される。さらに導電性接着剤23には、硬化剤、硬化触媒、界面活性剤、カップリング剤および潤滑剤から選択される1または複数の添加剤を含んでいてよい。

【0118】

導電性接着剤23は、導電性フィラーと未硬化の熱硬化性樹脂を混合することにより得られる。混合方法としては、3本ロールによる混合方法、またはプラネタリミキサーによる混合方法等が採用される。あるいは、導電性接着剤23は、市販のものを使用してよい。

【0119】

導電性接着剤23を回路基板22の配線層21の表面の所定位置に塗布する方法としては、印刷による方法、およびディスペンサによる方法を使用できる。生

産性を考慮すると、メタルマスク印刷による方法が好ましく用いられる。電性接着剤 23 の上に電解コンデンサ 24 を載せた後の熱処理は、導電性接着剤中の熱硬化性樹脂が硬化し得る温度にて実施する。好ましくは、80～180℃の範囲の温度にて、5～30分間、熱処理を実施する。温度が高くなりすぎると、電解コンデンサ中の固体電解質層が熱分解して、電解コンデンサの特性に悪影響を及ぼすことがある。

【0120】

電気絶縁性基材 25 は、次の手順に従って作製することができる。まず所定量の熱硬化性樹脂（未硬化）と無機質フィラーとを量りとり、それらを混合する。このときの混合方法は、特に限定されず、例えば、プラネタリミキサーを使用する方法、セラミックボールを用いたボールミルによる方法、または遊星式攪拌器を用いる方法等を採用できる。それから、得られた熱硬化性樹脂組成物をシート状に加工する。加工の方法は特に限定されず、熱硬化性樹脂組成物の状態に応じて適宜選択すればよい。具体的には、ドクターブレード法、押し出し法、カーテンコータを使用する方法、ロールコータを使用する方法が使用できる。特に、ドクターブレード法または押し出し法が、簡便であることから好ましく用いられる。

【0121】

電気絶縁性基材 25 に含まれる熱硬化性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、イソシアネート樹脂、またはポリアミドイミド樹脂である。これらの樹脂は、信頼性が高いことから好ましく使用される。無機質フィラーとしては、例えば、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 SiC 、 AlN 、 BN 、 MgO または Si_3N_4 から成るフィラーが好ましく使用される。特に、 Al_2O_3 または SiO_2 から成るフィラーは熱硬化性樹脂と混合させやすいため、これを用いて作製した電気絶縁性基材は、高い濃度でフィラーを有し得る。また Al_2O_3 、 SiC または AlN から成るフィラーを使用すると、電気絶縁性基材 25 の熱伝導率が向上し、コンデンサ内蔵回路基板において電気絶縁層 29 の放熱性が高くなる。フィラーは、異なる材料から成るものを 2 以上混合して使用してよい。無機質フィラーは、直径 0.1～100 μm の粒状の形態のものが好ましく使用される。

【0122】

電気絶縁性基材 25 は、さらに、硬化剤、硬化触媒、カップリング剤、界面活性剤、および着色剤から選択される 1 または複数の添加剤を含んでもよい。また、シート状に加工する方法に応じて、無機質フィラーと熱硬化性樹脂とを混合するときに溶剤を添加して、混合物の粘度調整を行ってもよい。粘度調整に使用する溶剤として、例えば、メチルエチルケトン (MEK)、イソプロパノール、またはトルエンを使用できる。これらの溶剤を添加した場合、熱硬化性樹脂組成物をシート状に加工した後に、乾燥処理を施して溶剤成分を除去する必要がある。乾燥は、熱硬化性樹脂の硬化開始温度よりも低い温度で実施する限りにおいて、特定の方法に限定されない。

【0123】

電気絶縁性基材 25 に貫通穴 27 を形成する場合、貫通穴は、例えば、NC パンチングマシンを使用して形成してよく、あるいは炭酸ガスレーザーにより形成してよい。あるいは、貫通穴は、金型を用いた打ち抜き法により形成してよい。

【0124】

ビアペースト 26 は、導電性粉末と未硬化の熱硬化性樹脂とを混練して作製する。混練方法としては、導電性接着剤 23 を作製する際に用いる混練方法と同様の方法を使用できる。導電性粉末としては、例えば Ag、Cu、Au、Ni、Pd または Pt を主成分とする金属または合金の粉末を使用できる。特に、Ag もしくは Cu の粉末、または Ag もしくは Cu を含む合金から成る粉末が好ましく使用される。熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、イソシアネート樹脂、ポリアミド樹脂、またはポリアミドイミド樹脂を使用できる。これらの樹脂は信頼性が高いことから、好ましく使用される。さらに、ビアペースト 26 には、硬化剤、硬化触媒、潤滑剤、カップリング剤、界面活性剤、高沸点溶剤、および／または反応性希釈剤を添加してもよい。

【0125】

ビアペースト 26 を貫通穴 27 に充填する方法は、特に限定されない。例えばスクリーン印刷法が適用できる。

【0126】

図8(b)に示すように、電解コンデンサ24を取り付けた回路基板22の上に、電気絶縁性基材25および銅箔28を積層して加熱加圧するときの温度は、電気絶縁性基材25中の熱硬化性樹脂が硬化でき、かつ電解コンデンサ24の固体電解質に悪影響を与えない範囲で適宜決定される。温度は、好ましくは120～200℃である。加熱加圧はまた、電解コンデンサ24が電気絶縁性基材25内に位置し（即ち、埋め込まれ）、且つ電気絶縁性基材25が回路基板22に密着した層となり、配線層21と銅箔28との間がインナービア30で電氣的に接続されるように、適宜圧力を選択して実施される。圧力は、0.1～3MPaの範囲で選択することが好ましい。

【0127】

銅箔28は、最終的に得られるコンデンサ内蔵回路基板において、配線層21aを構成する。銅箔28の厚さは、配線層21aが所望の厚さとするように選択され、一般的に9～35μmである。銅箔28をパターンニングする方法は、特に限定されない。例えば塩化鉄または塩化銅の水溶液を用いた化学的エッチングによる方法が用いられる。銅箔28は、必要に応じて、他の金属箔、例えばニッケル箔、またはアルミニウム箔等としてよい。

【0128】

図8においては、電気絶縁性基材25は、単一のシート状物である。別の形態において、電気絶縁性基材は、同種のシート状物を複数積層したものであってよい。積層するシート状物の数によって、電気絶縁性基材25を所望の厚さに調整することができる。また、電気絶縁性基材は、必要に応じて不要な箇所を除去（例えば、切り取る、または抜き取る等）した後に、積層して加熱加圧処理に付してよい。その場合、インナービアの位置精度が高くなり、好ましい。

【0129】

図8に示す各工程においては、電解コンデンサ24として、図3に示すものが使用されている。内蔵される電解コンデンサはこれに限定されず、上記において説明したいずれの形態のコンデンサを使用してよい。

【0130】

特に、図3に示すような電解コンデンサを使用する場合、陽極用弁金属の電極

引き出し部の貫通穴 15 内に充填された導電性樹脂組成物 16 に含まれる金属粉末と、導電性接着剤 23 中の導電性フィラーとが、同種類の金属または合金から成ることが好ましい。その場合、導電性樹脂組成物 16 と導電性接着剤 23 との接触抵抗を低く抑えることができ、また接続時の信頼性が向上する。さらに、電解コンデンサが、上記実施の形態 8 のように陽極用弁金属体の電極引き出し部表面に導電性樹脂組成物が塗布されているものである場合、前記導電性樹脂組成物中の金属粉末と、導電性接着剤 23 中の導電性フィラーとが同種類の金属または合金であることが好ましい。いずれの場合も、好ましい金属粉末および導電性フィラーは、Cu、Ag、または Cu もしくは Ag を含む合金から成るものである。

【0131】

図 8 (b) においては、電解コンデンサ 24 の上面に電気絶縁性基材 25 および銅箔 28 を積層して加熱加圧した。この実施の形態の変形例においては、銅箔 28 に代えて回路基板を用いてもよい。この場合、図 8 (d) を参照して説明したパターンニング工程は不要となる。回路基板を重ね合わせる構成によれば、電解コンデンサを内蔵する電気絶縁層だけでなく、その上下に再配線のための回路パターンを形成することができる。したがって、かかる構成は、コンデンサ内蔵回路基板の設計の自由度がさらに高まり、かつ配線収容度が高まることから、好ましく採用される。電解コンデンサの上に積層される回路基板としては、図 8 に示す回路基板 22 と同様のものを使用できる。この回路基板も、好ましくは、電気絶縁性基材 25 と同じ材料から成る絶縁層を有する。また、電解コンデンサの上下に位置する回路基板は同種類のものであることが好ましい。コンデンサ内蔵回路基板を作製するときに発生する反りおよび内部応力を緩和できるからである。

【0132】

(実施の形態 9)

実施の形態 9 として、本発明の電解コンデンサを使用してコンデンサ内蔵回路基板を製造する別の方法を説明する。図 9 (a) ~ (d) に、当該方法の各工程を模式的に断面図にて示す。図 9 において、図 8 を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの

部材または要素の説明を省略する。

【0133】

準備段階にて用意する導電性接着剤 23 および電気絶縁性基材 25 は、実施の形態 8 に関連して説明したとおりである。この形態においても、電気絶縁性基材 25 には、貫通穴 27 が形成され、この貫通穴 27 にビアペースト 26 が充填されている。

【0134】

この形態においては、銅箔 28 の表面の所望の位置に導電性接着剤 23 を塗布する。それから、導電性接着剤 23 の上に本発明の電解コンデンサ 24 (図 1 に示すものに相当) を配置し、導電性接着剤 23 を貫通穴 15 内に入り込ませ、その後、熱処理して導電性接着剤 23 を硬化させる。その結果、図 9 (a) に示すように、電解コンデンサ 24 が固定されて、銅箔 28 と電氣的に接続される。

【0135】

次に、電解コンデンサを取り付けた銅箔 28 の上に、電気絶縁性基材 25 と別の銅箔 28 a とを、図 9 (b) に示すように積層して、加熱加圧する。これにより、図 9 (c) に示すように、銅箔 28 の表面に接着された電気絶縁層 29 を形成するとともに、電解コンデンサ 24 を電気絶縁層 29 内に位置させる (即ち、内蔵する)。また、この加熱加圧により、ビアペースト 26 を硬化させてインタービア 30 を形成する。それから、2つの銅箔 28 および 28 a パターニングして所定の配線パターンに加工して配線層 21 および 21 a とし、図 9 (d) に示すようなコンデンサ内蔵回路基板を完成させる。

【0136】

この実施の形態によれば、電解コンデンサ 24 を支持するための回路基板 (図 8 における回路基板 22 に相当) が存在しない。そのため、最終的に得られるコンデンサ内蔵回路基板自体の厚さを、電解コンデンサ 24 自体の厚さに近づけることができ、低背なコンデンサ内蔵回路基板を得ることができる。また、この形態により得られるコンデンサ内蔵回路基板においては、電解コンデンサ 24 と再外層の配線層 21 との間の距離が短いため、抵抗および ESL がより低くなり、したがって優れた高速応答性を実現することが可能となる。

【0137】

図9においては、電解コンデンサ24として、図2を参照して説明した実施の形態1のものが使用されている。この電解コンデンサ24と銅箔28とは、図9(a)に示すように、導電性接着剤23が電解コンデンサ24の貫通穴15内に入り込んで、陽極用弁金属体の芯部に接触することにより電氣的に接続されている。電解コンデンサ24は、この形態のものに限定されず、上記において説明したいずれの形態のコンデンサを使用してよい。

【0138】

また、この形態においては、図9(b)に示すように、電気絶縁性基材25をビアペースト26が電解コンデンサ24の陽極用弁金属体の電極引き出し部に接するように配置している。その結果、図9(c)に示すようにインナービア30が電解コンデンサ24の貫通穴15の直上に位置している。このように構成することによって、インナービア30が電解コンデンサ24の電極引き出し部、および貫通穴15を通じて導電性接着剤23と直接的に接触することができるため、接続部分の短配線化および低抵抗化をさらに図ることができる。かかる構成において、インナービア30に含まれる導電性粉末と、導電性接着剤23中に含まれる導電性フィラーとは、同一種類の金属または合金から成るものであることが好ましい。

【0139】

電解コンデンサが、図3～図7に示すような形態のものである場合には、貫通穴内に位置する導電性成分（即ち、導電性樹脂組成物に含まれる金属粉末、または導電性粒子もしくは導電性繊維等）と、インナービアに含まれる導電性粉末と、導電性接着剤に含まれる導電性フィラーとが、同一種類の金属または合金から成るものであることが好ましい。即ち、電解コンデンサと他の部材または要素との接続部において、導電性成分が同一種類に統一されていることが好ましい。それにより、コンデンサ内蔵回路基板がより低抵抗化される。

【0140】

導電性接着剤23を作製する方法、導電性接着剤23を塗布する方法、電気絶縁性基材25を作製する方法、貫通穴27を形成する方法、ビアペースト26を

作製する方法、ビアペースト 26 を貫通穴 27 に充填する方法、および銅箔 28 および 28 a をパターンニングする方法等は、先に実施の形態 8 に関連して説明したとおりであるから、ここではその詳細な説明を省略する。銅箔 28 a / 電気絶縁性基材 25 / 銅箔 28 の積層体の加熱加圧は、実施の形態 8 に関連して説明した、銅箔 28 / 電気絶縁性基材 25 / 回路基板 22 の積層体を加熱加圧する方法を、適用して実施してよい。

【0141】

(実施の形態 10)

実施の形態 10 として、本発明の電解コンデンサを使用してコンデンサ内蔵回路基板を製造する別の方法を説明する。図 10 (a) ~ (d) に、当該方法の各工程を模式的に断面図にて示す。図 10 において、31 は離型キャリアを示す。図 10 において、図 8 および図 9 を参照して説明した部材または要素と同じ部材または要素には同じ参照番号を付記しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0142】

最初に、本発明のコンデンサ内蔵回路基板の製造手順の概要を、図面を参照して説明する。まず、離型キャリア 31 の表面に、銅箔を積層し、銅箔をエッチングして、所定の配線パターンを有する配線層 21 A を形成する。また、実施の形態 8 と同様にして、導電性接着剤 23 を用意する。次に、離型キャリア 31 A に形成された配線層 21 A の表面の所定位置に導電性接着剤 23 を塗布する。その上に、本発明の電解コンデンサ 24 (図 7 に示すものに相当) を配置し、熱処理して導電性接着剤 23 を硬化させる。その結果、図 10 (a) に示すように、電解コンデンサ 24 が固定されて、配線層 21 A と電氣的に接続される。

【0143】

次に、電解コンデンサを取り付けた離型キャリア 31 A に、電気絶縁性基材 25 と、配線層 21 B が形成された別の離型キャリア 31 B とを、図 10 (b) に示すように重ね合わせて、加熱加圧する。離型キャリア 31 B は、図示するように、配線層 21 B が電気絶縁性基材 25 と接するように配置される。これにより、図 10 (c) に示すように、電気絶縁性基材 25 を離型キャリア 31 A に形成

された配線層 21A の表面に接着させて電気絶縁層 29 を形成するとともに、電解コンデンサ 24 を電気絶縁層 29 内に位置させる（即ち、内蔵させる）。また、この加熱加圧により、ビアペースト 26 を硬化させてインナービア 30 を形成する。その後、離型キャリア 31 を剥離して配線層 21 を露出させることにより、図 10（d）に示すようなコンデンサ内蔵回路基板を完成させる。

【0144】

離型キャリア 31 としては、その表面に配線層を形成することができるシート状物であって、かつ加熱加圧処理を施すときに損傷しないものが用いられる。例えば、銅箔およびアルミニウム箔のような金属箔、ならびにポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリイミドおよびポリエチレンのような樹脂フィルムを、離型キャリア 31 として使用できる。

【0145】

離型キャリア 31A の表面に配線層 21A を形成する方法としては、上述のように離型キャリア 31A の表面に適当な金属箔を積層して加圧および／または加熱により一体化させた後、エッチング等によりパターンニングする方法がある。このとき、離型キャリアと金属箔との間の接着強度を高めるために、離型キャリアの表面に接着層を形成し、当該接着層の上に金属箔を積層してよい。接着層は、離型キャリアを剥離した後、除去される。あるいは、接着層は、離型キャリアを剥離するときに離型キャリア側に残って、離型キャリアとともに剥離されるものであってよい。接着層は例えばシリコン樹脂で形成される。あるいは、配線層 21A は、離型キャリア 31A の表面に、直接的に又は接着剤層を介して、適当な金属（例えば銅）をめっきして形成し、それから、エッチング等によりパターンニングすることにより形成してよい。離型キャリア 31B の表面に配線層 21B が形成された積層体もまた、同様の方法で形成される。

【0146】

この実施の形態によれば、実施の形態 9 と同様に、電解コンデンサ 24 を支持するための回路基板（図 8 における回路基板 22 に相当）が存在しない。したがって、この形態により得られる回路基板においても、短配線化および低背化が実現され、それにより回路基板の高速応答性が向上するという効果が得られる。さ

らに、この実施の形態においては、離型キャリアの上に所定の配線パターンを有する配線層があらかじめ形成される。そのため、より簡便に且つより高い生産性で、前述の効果を発揮するコンデンサ内蔵回路基板を得ることができる。また、この実施の形態によれば、電解コンデンサがパターンニング工程の影響を受けないため、電解コンデンサが回路基板の製造中に受けるダメージを低減させ得る。さらに、この実施の形態の製造方法によれば、得られた回路基板において、電気絶縁層の表面に配線層がほぼ面一に形成されるため、配線と電気絶縁層との間の接着強度が高くなり、配線の欠落が生じにくい。

【0147】

離型キャリアの表面に配線層が形成された積層体は、配線転写シートとも呼べるものであり、配線基板の製造において一般的に用いられている。本発明のコンデンサ内蔵回路基板の製造に際しては、本発明の電解コンデンサを上記のように導電性接着剤で接着し得る限りにおいて、一般的に使用されている配線転写シートを使用することができる。

【0148】

導電性接着剤 23 を作製する方法、導電性接着剤 23 を塗布する方法、電気絶縁性基材 25 を作製する方法、貫通穴 27 を形成する方法、ビアペースト 26 を作製する方法、およびビアペースト 26 を貫通穴 27 に充填する方法は、先に実施の形態 8 に関連して説明したとおりであるから、ここではその詳細な説明を省略する。また、図 10 (b) に示す配線キャリア 31B / 電気絶縁性基材 25 / 離型キャリア 31A の積層体の加熱加圧は、実施の形態 8 に関連して説明した、銅箔 28 / 電気絶縁性基材 25 / 回路基板 22 の積層体を加熱加圧する方法を、適用して実施してよい。

【0149】

(実施の形態 11)

実施の形態 11 として、本発明の部品内蔵モジュールおよびこれを製造する方法を説明する。図 11 (a) ~ (d) に、本発明の部品内蔵モジュールを得る方法の各工程を模式的に断面図にて示す。図 11 において、41 は半導体チップ、42 はチップ部品、43 はインダクタを示す。図 11 において、図 8 ~ 図 10 を

参照して説明した部材または要素には同じ参照番号を付しており、ここではそれらの部材または要素の説明を省略する。

【0150】

まず、実施の形態 8 の方法に従って、図 8 (d) に示すようなコンデンサ内蔵回路基板 40 を作製する。次に、図 11 (a) に示すように、この回路基板 40 の配線層 21 a 上に、半導体 41 およびチップ部品 42 を実装する。それから、実施の形態 8 で説明した方法と同様な方法で、半導体 41 およびチップ部品 42 を実装したコンデンサ内蔵回路基板 40 上に、電気絶縁性基材 25 A および銅箔 28 を、図 11 (b) に示すように積層して、加熱加圧する。この電気絶縁性基材 25 A は、複数の貫通穴 27 を有し、各貫通穴 27 A にはビアペースト 26 A が充填されている。

【0151】

加熱加圧により、図 11 (c) に示すように、電気絶縁性基材 25 A が回路基板 41 に接着されて電気絶縁層 29 A を形成するとともに、半導体 41 およびチップ部品 42 が電気絶縁層 29 A 内に位置する（即ち、内蔵される）。また、この加熱加圧により、ビアペースト 26 A が硬化して、インナービア 30 A を形成する。このインナービア 30 A は、配線層 21 a と配線層 21 b とを電氣的に接続する。なお、配線層 21 b は、銅箔 28 を所定の配線パターンにパターンニングして形成された層である。

【0152】

さらに、配線層 21 b の上に、別の半導体チップ 41 A およびインダクタ 43 を実装して、図 11 (d) に示すような回路機能を有する部品内蔵モジュールを完成させる。

【0153】

半導体チップ 41 は、フリップチップ法で実装することが好ましい。フリップチップ法によれば、モジュールの低背化に有利であり、また半導体チップ 41 を短配線で接続でき、したがって部品内蔵モジュールの高速応答性をより向上させることができる。内蔵されるチップ部品 42 は特に限定されない。例えば通常のチップ抵抗、チップコンデンサ、およびチップインダクタ等を、チップ部品 42

として内蔵できる。また、チップ部品の実装方法としては、コンデンサと同様に導電性接着剤による方法を用いてよく、あるいは、はんだ合金を使用する方法を用いてよい。

【0154】

この実施の形態による部品内蔵モジュールによれば、低抵抗に接続された低背なコンデンサの近傍に半導体チップおよびチップ部品を配置することができるため、低抵抗で、かつ浮遊容量およびインダクタンス成分の少ない電気回路を形成することができる。したがって、この部品内蔵モジュールは、低損失であって、高速応答性に優れる。また複数の部品を高密度に実装することができ、それにより低面積でかつ多くの機能を有する部品内蔵モジュールを得ることができる。

【0155】

図示した形態においては、半導体チップ41およびチップ部品42が内蔵されている。内蔵される部品は、これらに限定されず、例えば、インダクタ、および／または他の1または複数のコンデンサを内蔵してよい。

【0156】

【実施例】

以下、実施例により、本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0157】

（実施例1）

陽極用弁金属体として厚さ130 μ mのアルミニウム箔を用意し、その表面を電解エッチングにより粗面化した。粗面化は、濃度10%の塩酸を主成分とする、液温35℃の電解液中にて、アルミニウム箔に交流電流を印加して実施した。粗面化層の厚さは約40 μ mであった。それから、このアルミニウム箔を約3mm角に切り出した。切り出した部分は、容量形成部に相当する。

【0158】

次に、濃度が5%のアジピン酸アンモニウムの水溶液（液温60℃）に上記のアルミニウム箔を入れ、化成電圧8Vで定電圧化成を行って、陽極用弁金属体の表面に厚さ7nmの誘電体酸化皮膜を形成した。次に、ポリチオフェンモノマー

と鉄系酸化剤とドーパントとを含む溶液に陽極用弁金属体の容量形成部を浸漬させ、化学重合により固体電解質層を形成した。次いで、有機溶媒系の電解液中で陽極酸化を再度実施して、誘電体酸化皮膜を修復した。

【0159】

続いて、陽極用弁金属体の容量形成部と電極引き出し部との境界に、絶縁体として幅0.5mmのポリイミドテープを貼り付けて、陽極部と陰極部とを分離した。それから、固体電解質層にカーボンペーストを塗布し、熱処理してカーボン層を形成した。さらに、カーボン層の表面にAgペーストを塗布して、Agペースト層を形成し、カーボン層とAgペースト層とから成る陰極用集電体を形成した。

【0160】

次に、陽極用弁金属体の電極引き出し部を、打ち抜き型により打ち抜いて形成し、図1に示すような、外形3×5mm、厚さ約0.23mmの固体電解コンデンサを作製した。

【0161】

得られた固体電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に、NCパンチングマシンを用いてφ0.15mmの貫通穴を10個形成した。それにより、図2に示すような電解コンデンサを得た。

【0162】

得られた電解コンデンサを評価するために、電解コンデンサをガラスエポキシ配線基板に実装した試料を10個作製し、各試料のESRを測定した。電解コンデンサの実装に使用した導電性接着剤は、銀粉末82wt%とエポキシ樹脂18wt%とを3本ロールで混練して作製した。ガラスエポキシ基板の配線層は、電解コンデンサの電極に対応する配線パターンを有するように形成した。電解コンデンサの実装は、導電性接着剤を、メタルマスクを用いて配線層の表面に印刷し、印刷した導電性接着剤の上に電解コンデンサを配置し、それから150℃で15分間熱処理することにより実施した。また、比較のために、貫通穴を形成する前の電解コンデンサを、同様にしてガラスエポキシ基板に実装した試料を10個用意した。

【0163】

これらの試料のESRを、インピーダンスメータ（アジレント社製）を用いて測定した。図12に100kHzでのESRを示す。図12に示すように、貫通穴を有する本発明のコンデンサを含む試料のESRは、比較試料に比べて有意に小さく、また、接続抵抗のばらつきも小さかった。このことから、本発明の電解コンデンサは、導電性接着剤を使用して配線基板に実装するのに適していることが判る。

【0164】

次に、以下の手順に従ってコンデンサ内蔵回路基板を作製し、そのESRを測定した。まず、熔融シリカ粉末81wt%と、エポキシ樹脂（硬化剤を含む）19wt%とを配合した固形分と、溶剤であるMEKとをプラネタリミキサーで混練した。固形分と溶剤の混合比（重量比）は、10：1とした。この混合物を、ドクターブレード法でPETキャリアフィルム上に塗布して、膜を形成した。それから、MEKを蒸発させて、厚さ200 μ mの熱硬化性シート状物を作製した。

【0165】

次に、上記のシート状物の所定位置に、 ϕ 0.2mmの貫通穴を、パンチングマシンにより形成した。また、銅粉87wt%とエポキシ樹脂13wt%（硬化剤を含む）とを3本ロールで混練してビアペーストを作製した。このビアペーストを上記のシート状物に形成した貫通穴に印刷法で充填し、電気絶縁性基材を得た。

【0166】

先に作製した、電解コンデンサをガラスエポキシ基板に実装した試料の上に、上記の電気絶縁性基材を2枚、および片面が粗化された厚さ18 μ mの銅箔を積層し、温度180℃、圧力1MPaで加熱加圧して一体化した。銅箔は、粗化された面が電気絶縁性基材と接するように重ねた。加熱加圧した後、塩化鉄溶液を用いて銅箔をエッチングし、図8（d）に示すようなコンデンサ内蔵回路基板を10個作製した。同様に、比較のために作製した試料を用いて、コンデンサ内蔵回路基板を10個作製した。

【0167】

これらの試料のESRを、前述のインピーダンスメータを用いて測定した。図13に100kHzでのESRを示す。図13に示すように、本発明のコンデンサを内蔵した回路基板のESRは小さく、また、ばらつきも小さかった。一方、比較試料を用いて作製した回路基板のESRは、コンデンサが内蔵されることによって増大し、また、ばらつきも大きかった。

【0168】

(実施例2)

平均粒径12 μ mの銀粉末82wt%とエポキシ樹脂（硬化剤含む）18wt%とを3本ロールで混練して、導電性樹脂組成物を作製した。この導電性樹脂組成物を実施例1で作製した電解コンデンサの貫通穴に、スクリーン印刷法により充填した。充填後、150℃で10分間熱処理を実施して、導電性樹脂組成物を貫通穴の露出表面に接着させ（即ち、貫通穴内で固定させ）、図3に示すような電解コンデンサを得た。実施例2においても、電解コンデンサは10個作製した。

【0169】

この電解コンデンサを、実施例1と同様にしてガラスエポキシ基板に実装し、100kHzでのESRを測定したところ、平均60m Ω となった。これは、図12に示す比較試料のESRよりも有意に低い値である。また、これは、図12に示す実施例1の平均値よりも低い。このことから、貫通穴に導電性樹脂組成物を充填することが、低抵抗接続により有利であることが判る。

【0170】

また、実施例1と同様にして、この電解コンデンサを内蔵した回路基板を10個作製し、ESRを測定したところ、100kHzで平均75m Ω となった。これは、図13に示す比較試料のESRよりも有意に低い値である。

【0171】

(実施例3)

実施例1と同様にして、図1に示すような構成の電解コンデンサを作製した。この電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部の上に、粒径150 μ m

以上に分級した銅粉末を配置し、平板で挟み、3 MPaの圧力を加えて銅粉末を陽極用弁金属体に貫通させた。それにより、図4に示すような電解コンデンサを作製した。銅粉末は、1つの電解コンデンサにつき10～15個程度貫通させた。本実施例でも電解コンデンサは10個作製した。

【0172】

この電解コンデンサを、実施例1と同様にしてガラスエポキシ基板に実装し、100 kHzでのESRを測定したところ、平均55 mΩとなった。これは、図12に示す比較試料のESRよりも有意に低い値である。また、これは、図12に示す実施例1の平均値よりも低い。このことから、導電性粒子を貫通させた形態の電解コンデンサが、低抵抗接続により有利であることが判る。

【0173】

また、実施例1と同様にして、この電解コンデンサを内蔵した回路基板を10個作製し、ESRを測定したところ、100 kHzで平均65 mΩとなった。これは、図13に示す比較試料のESRよりも有意に低い値である。

【0174】

(実施例4)

実施例1と同様にして、図1に示すような構成の電解コンデンサを作製した。この電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部に、線径0.1 mmのアルミニウム線を6箇所にて貫通させた。それから、ワイヤカッタでアルミニウム線を切断して、電極引き出し部の上下にアルミニウム線を約50 μm突出させ、図5に示すような電解コンデンサを作製した。本実施例でも、コンデンサは10個作製した。

【0175】

この電解コンデンサを、実施例1と同様にしてガラスエポキシ基板に実装し、100 kHzでのESRを測定したところ、平均70 mΩとなった。これは、図12に示す比較試料のESRよりも有意に低い値である。

【0176】

また、実施例1と同様にして、この電解コンデンサを内蔵した回路基板を10個作製し、ESRを測定したところ、100 kHzで平均80 mΩとなった。こ

れは、図 13 に示す比較試料の ESR よりも有意に低い値である。

【0177】

(実施例 5)

実施例 2 で作製した導電性樹脂組成物を用意し、平板の表面にこの導電性樹脂組成物を塗布した。この平板を 2 枚使用して、実施例 2 で作成した電解コンデンサの陽極用弁金属体の電極引き出し部を挟み、30 MPa の圧力を加えて、導電性樹脂組成物を電極引き出し部に転写させた。それから、150℃で30分熱処理を施して、図 7 に示すような電解コンデンサを作製した。本実施例でも、コンデンサは 10 個作製した。

【0178】

この電解コンデンサを、実施例 1 と同様にしてガラスエポキシ基板に実装し、100 kHz での ESR を測定したところ、平均 50 mΩ となった。これは、図 12 に示す比較試料の ESR よりも有意に低い値である。

【0179】

また、実施例 1 と同様にして、この電解コンデンサを内蔵した回路基板を 10 個作製し、ESR を測定したところ、100 kHz で平均 65 mΩ となった。これは、図 13 に示す比較試料の ESR よりも有意に低い値である。

【0180】

【発明の効果】

上記において説明したように、本発明の電解コンデンサは、モールド樹脂およびリードフレームを有しない素子であり、陽極用弁金属体の電極引き出し部に貫通穴が形成されることにより、当該弁金属体の芯部が露出していることを特徴とする。この露出した芯部の表面は、他の部材（特に配線基板）に低抵抗で接続可能な接続部として機能する。かかる接続部を備えた本発明の電解コンデンサは、配線基板の配線層に導電性接着剤を用いて接続するのに適している。また、本発明の電解コンデンサは素子状であるから、これを使用することにより、低背で接続抵抗が低く、高い信頼性を有するコンデンサ内蔵回路基板が得られる。

【0181】

さらに本発明の電解コンデンサは、その他の部品とともに回路基板に内蔵され

て、小型で且つ高密度な部品内蔵モジュールを与える。本発明の部品内蔵モジュールは、設置面積が小さいにも拘らず、多くの機能を発揮する。また、モジュール内において、配線長を短くすること、ならびに半導体チップとコンデンサとを近接して配置することが可能となり、それにより浮遊容量および浮遊インダクタンスを小さくすることができる。したがって、本発明によれば、所定の回路機能を有し、且つ低損失で且つ高速応答性に優れた部品内蔵モジュールを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の基本構成に相当する従来の電解コンデンサを示す断面図である。

【図 2】 本発明の電解コンデンサの実施形態の一例を示す断面図である。

【図 3】 本発明の電解コンデンサの実施形態の別の例を示す断面図である。

【図 4】 本発明の電解コンデンサの実施形態の別の例を示す断面図である。

【図 5】 本発明の電解コンデンサの実施形態の別の例を示す断面図である。

【図 6】 (a) ~ (c) は本発明の電解コンデンサを製造する各工程をそれぞれ模式的に示す。

【図 7】 本発明の電解コンデンサの実施形態の別の例を示す断面図である。

【図 8】 (a) ~ (d) は本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板を製造する方法の 1 つの形態における各工程をそれぞれ模式的に示す。

【図 9】 (a) ~ (d) は本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板を製造する方法の別の形態における各工程をそれぞれ模式的に示す。

【図 10】 (a) ~ (d) は本発明の電解コンデンサ内蔵回路基板を製造する方法の別の形態における各工程をそれぞれ模式的に示す。

【図 11】 (a) ~ (d) は本発明の部品内蔵モジュールを製造する方法における各工程をそれぞれ模式的に示す。

【図 12】 実施例 1 で得た電解コンデンサが実装された配線基板の 100 kHz での ESR を示すグラフである。

【図 13】 実施例 1 で得た電解コンデンサが内蔵された回路基板の 100 kHz での ESR を示すグラフである。

【符号の説明】

- 10...陽極用弁金属体
- 10A...容量形成部
- 10B...電極引き出し部
- 10C...芯部
- 10D...芯部露出部
- 11...誘電体酸化皮膜
- 12...固体電解質層
- 13...陰極用集電体
- 14...絶縁体
- 15...貫通穴
- 16...導電性樹脂
- 17...導電性粒子
- 18...導電性繊維
- 19...導電性粒子
- 21、21a、21b、21A、21B...配線層
- 22...回路基板
- 23...導電性接着剤
- 24...電解コンデンサ
- 25...電気絶縁性基材
- 26...ビアペースト
- 27...貫通穴
- 28、28a...銅箔
- 29、29A...電気絶縁層
- 30、30A...インナービア

3 1 A、3 1 B... 離型キャリア

4 0... コンデンサ内蔵回路基板

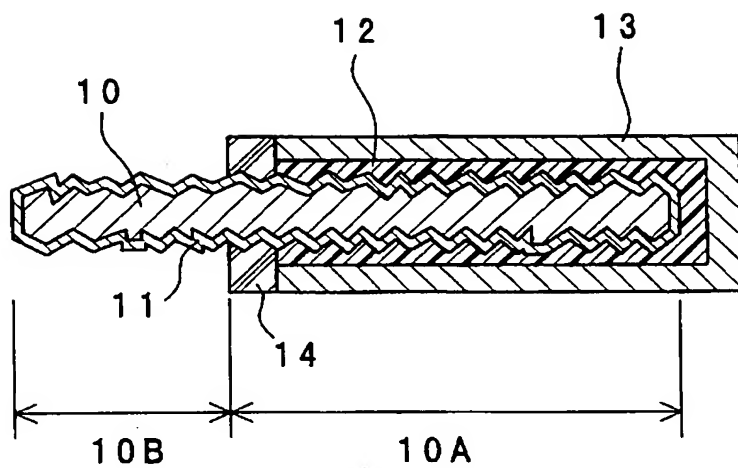
4 1、4 1 A... 半導体チップ

4 2... チップ部品

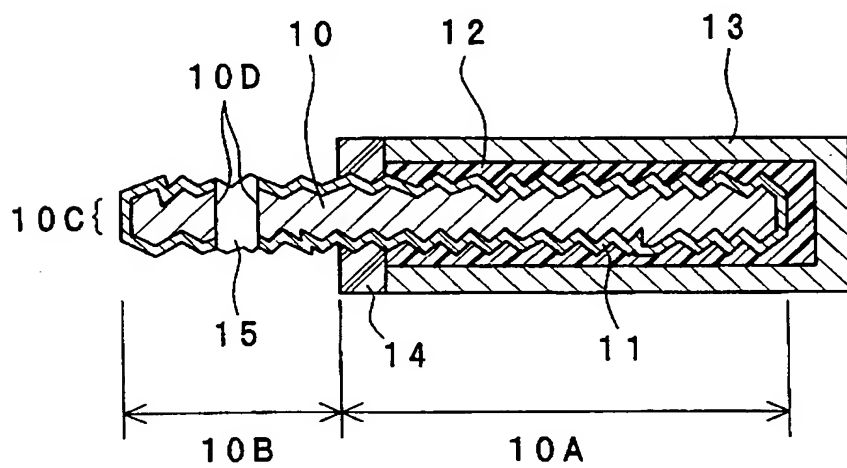
4 3 インダクタ

【書類名】 図面

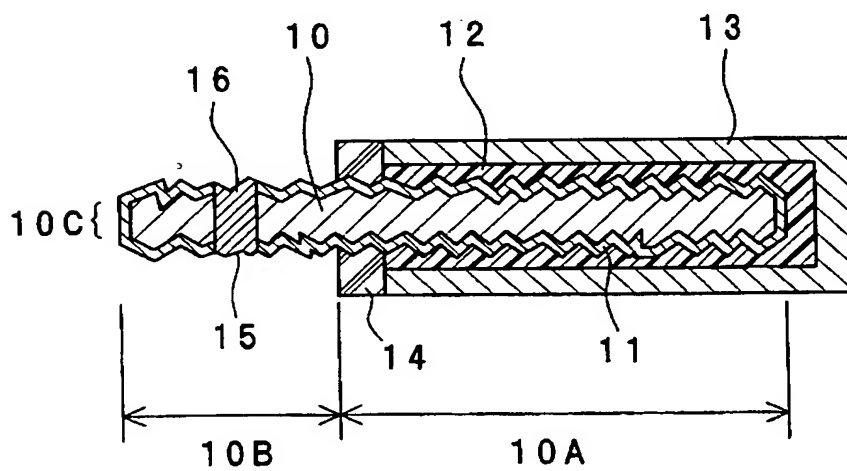
【図 1】



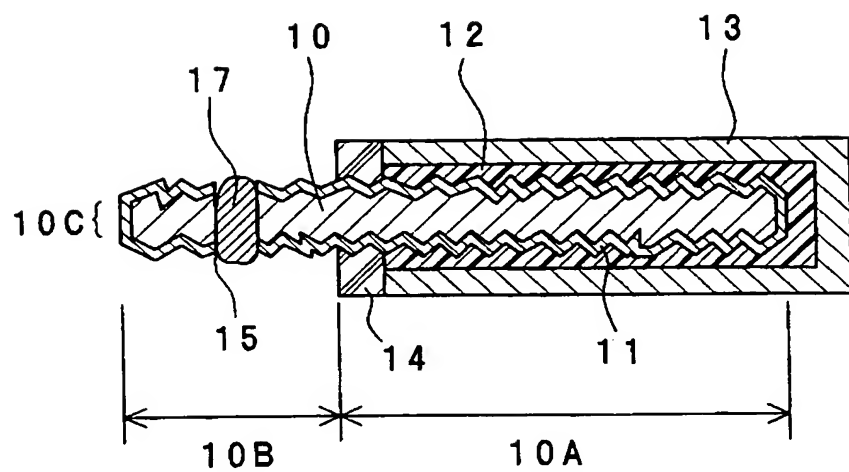
【図 2】



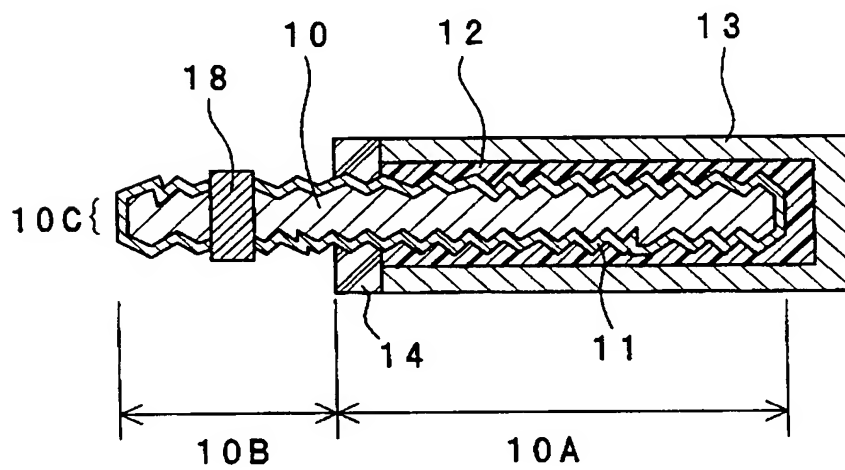
【図 3】



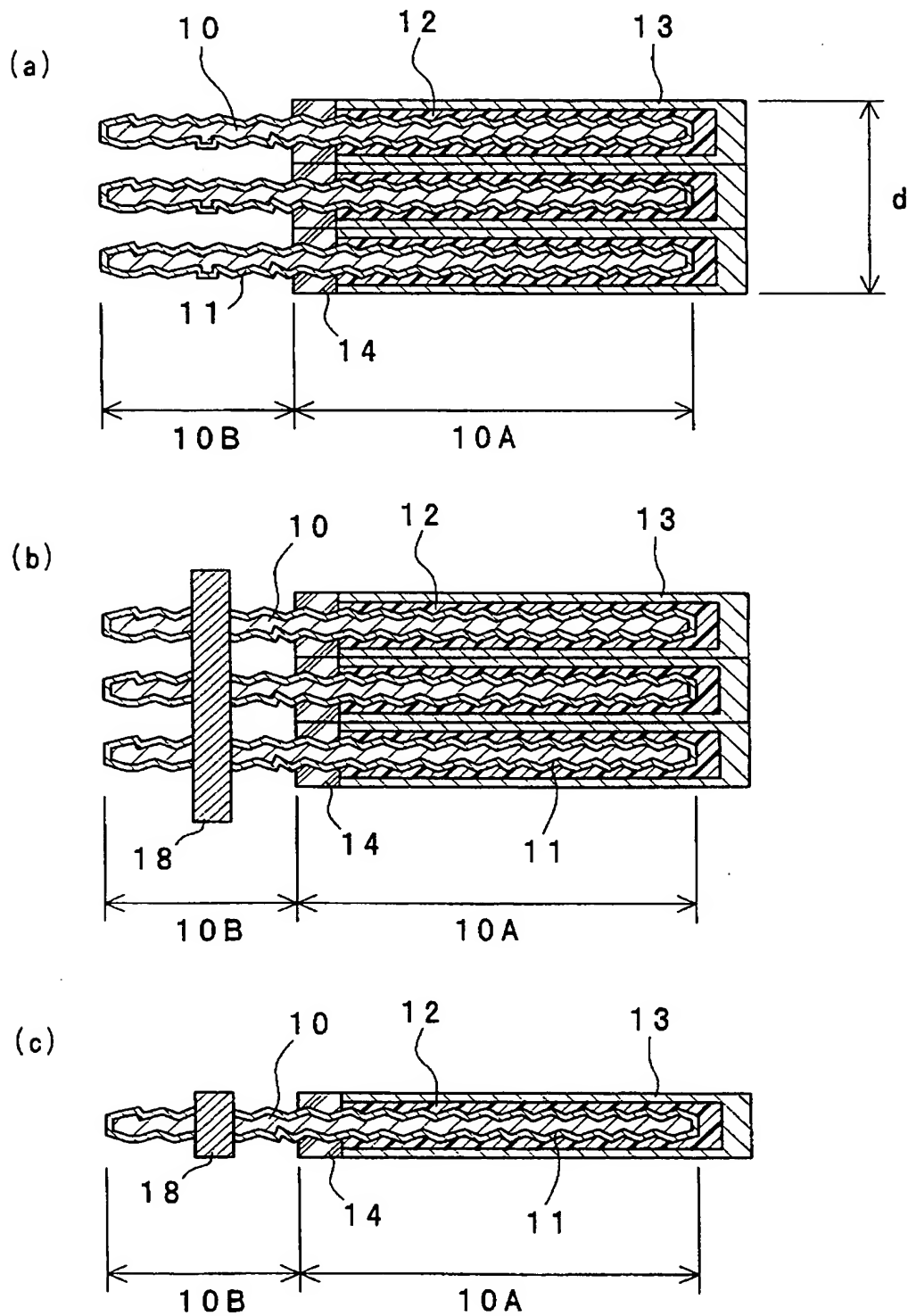
【図 4】



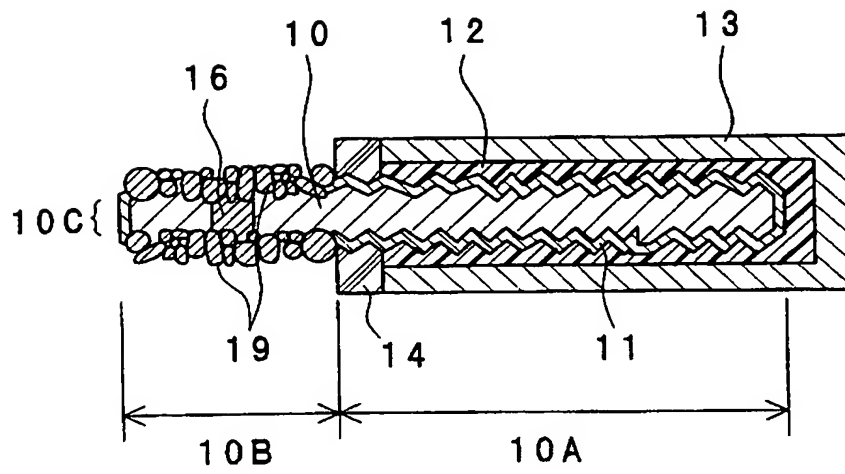
【図 5】



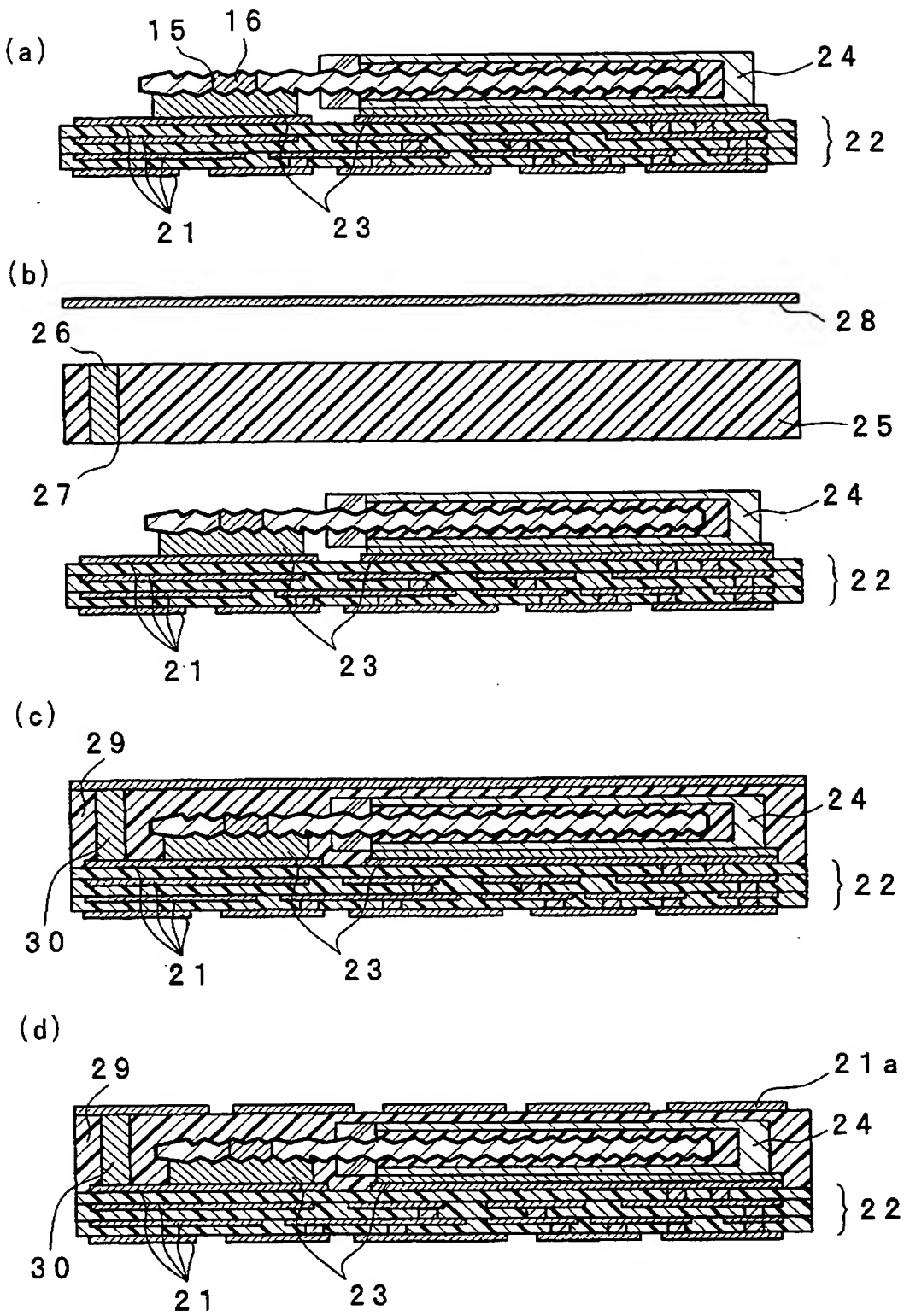
【図 6】



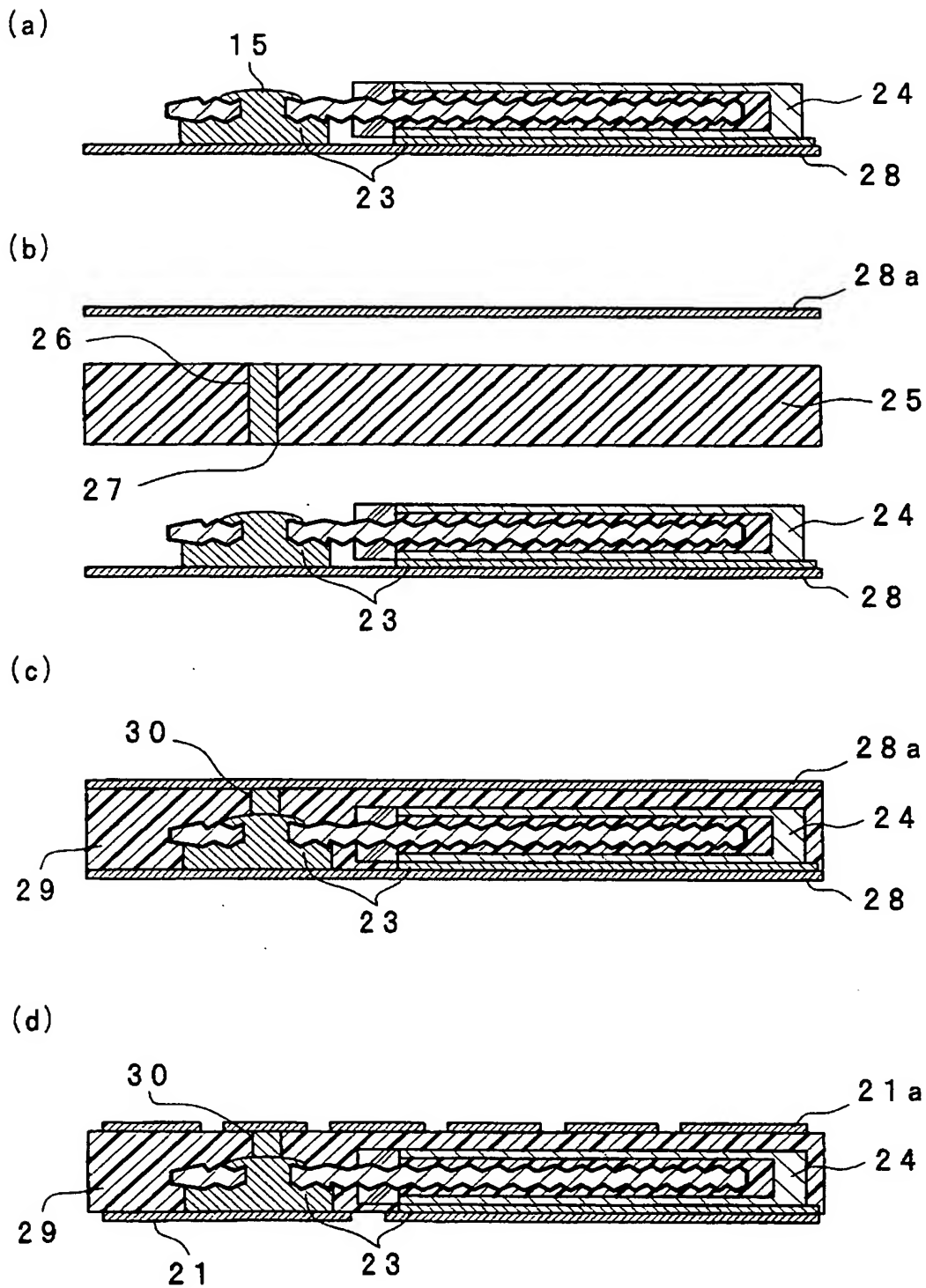
【図 7】



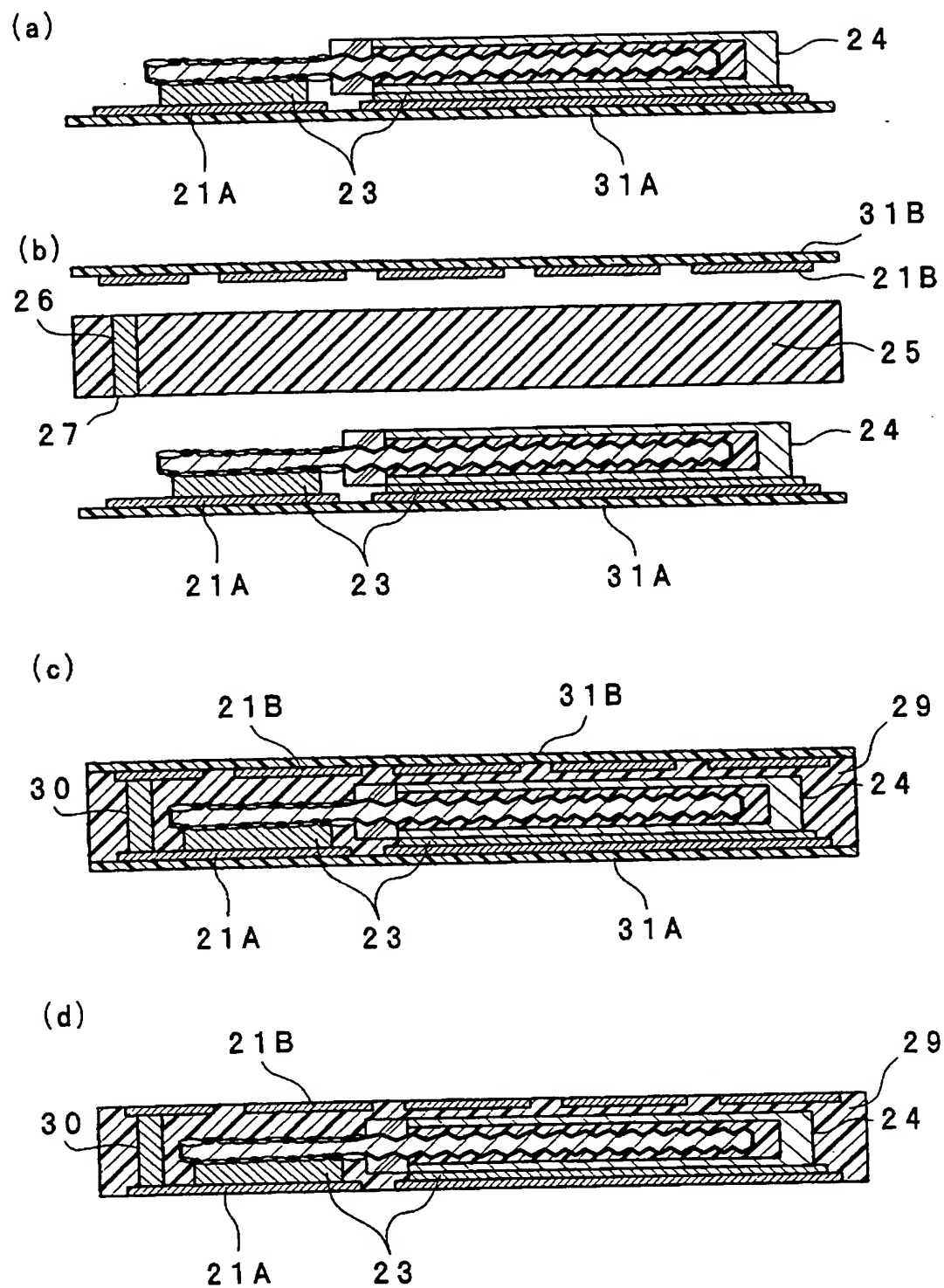
【図 8】



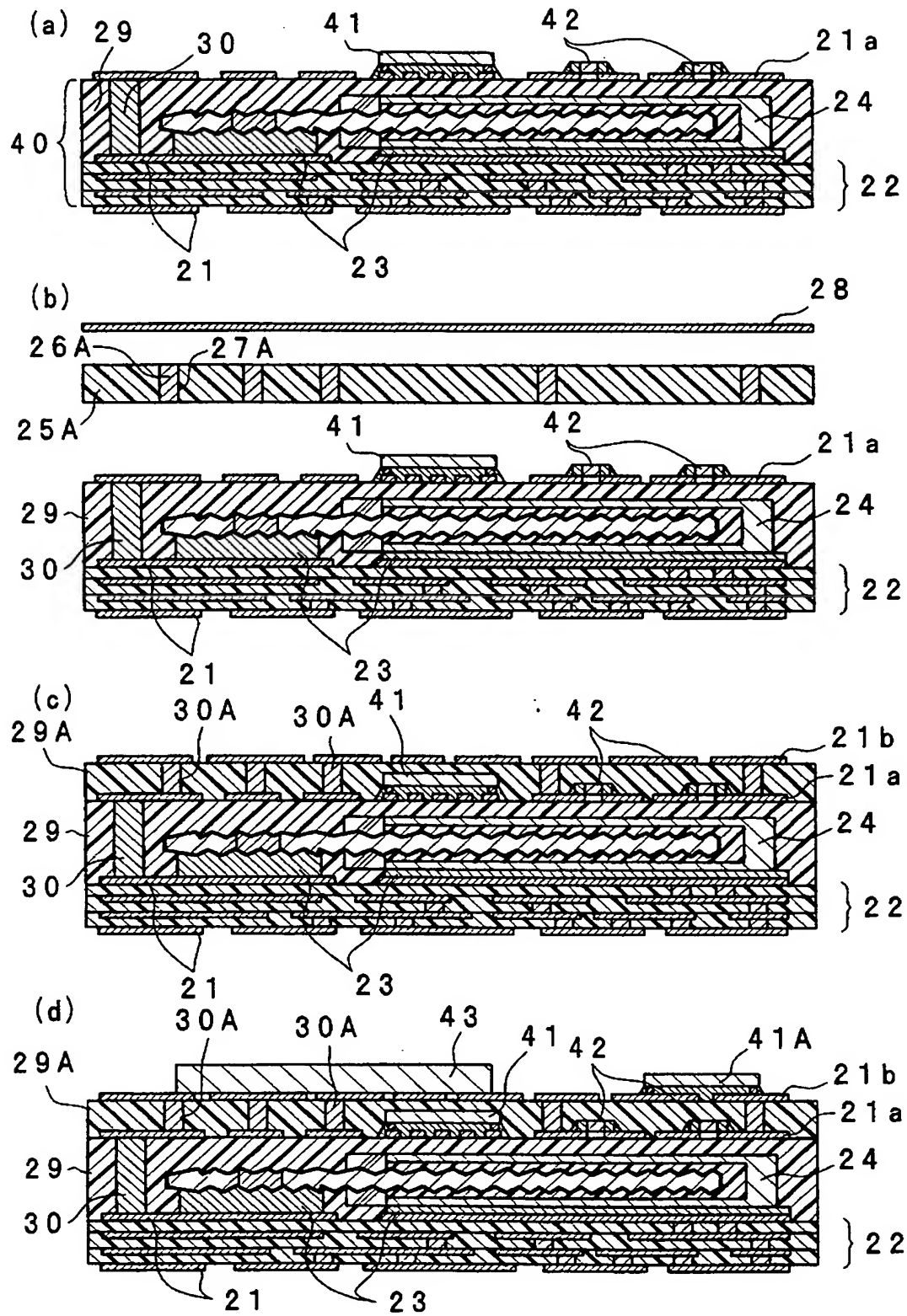
【図 9】



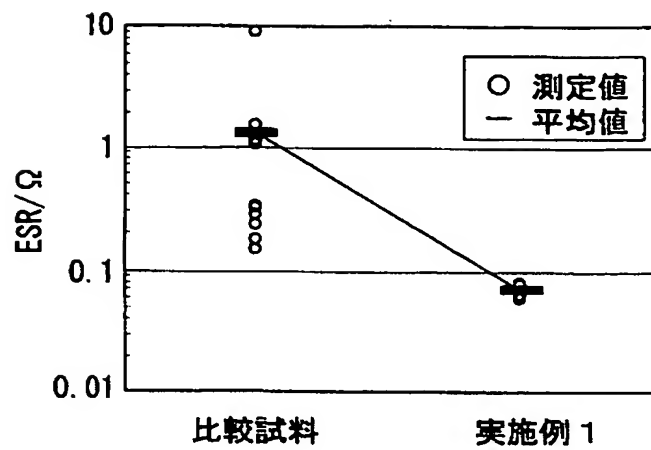
【図 10】



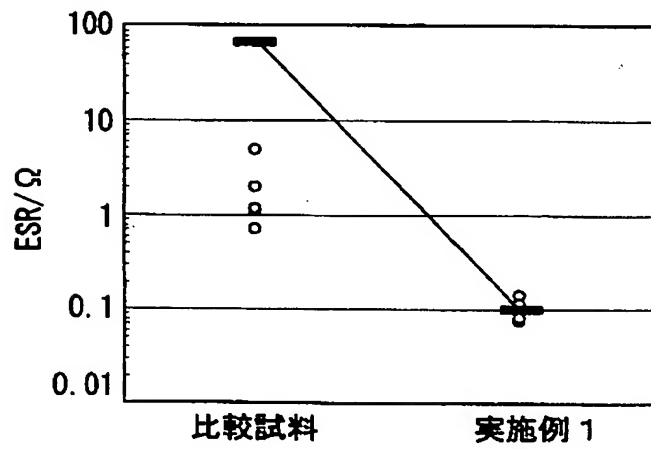
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電気絶縁層に内蔵するのに適した小型の固体電解コンデンサであって、導電性接着剤を用いて接続する場合、陽極の接続抵抗が低く、接続信頼性が向上した電解コンデンサを提供する。

【解決手段】 容量形成部 10A および電極引き出し部 10B を有する陽極用弁金属体 10 と、前記陽極用弁金属体の表面に設けられた誘電体酸化皮膜 11 と、前記誘電体酸化皮膜 11 上に設けられた固体電解質層 12 と、前記固体電解質層 12 上に設けられた陰極用集電体 13 とを備えた電解コンデンサであり、前記陽極用弁金属体 10 の電極引き出し部 10B に少なくとも 1 つの貫通穴 15 を形成することにより、前記弁金属体の芯部 10C を外部に露出させ、この露出した部分 10D を、配線基板の配線層との接続に使用する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 7 9 2 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社